



Ежемесячный научный журнал

КВ №20489-10289PP

№ 9-10 / 2016

Ответственный редактор — Антипов Андрей Петрович - доктор исторических наук (Украина)

Секретарь журнала — Нестеренко Елена Петровна - доктор философии (Украина)

Редакционный совет

- Верево Ольга Денисовна - доктор медицинских наук (Россия)
- Ганин Даниил Александрович - доктор филологических наук (Россия)
- Изымова Людмила Петровна - (Украина) доктор технических наук (Украина)
- Корейко Денис Вениаминович - доктор медицинских наук (Россия)
- Кроль Вадим Алексеевич - доктор технических наук (Россия)
- Моргун Аркадий Александрович - доктор технических наук (Россия)
- Напорчук Геннадий Николаевич - доктор ветеринарных наук (Украина)
- Нестерова Алина Владиславовна - доктор медицинских наук (Украина)
- Покручина Татьяна Руслановна - доктор экономических наук (Украина)
- Одунский Федор Тхонович - доктор искусствоведения (Россия)
- Сетаров Сергей Сергеевич - доктор юридических наук (Украина)
- Шавинский Александр Евгеньевич - кандидат психологических наук (Украина)
- Юркович Дмитрий Геннадьевич - доктор медицинских наук
- Юлинский Игорь Евгеньевич - доктор социологических наук (Украина)
- Ядынский Петр Константинович - доктор психологических наук (Россия)
- Яковлев Вадим Николаевич - доктор политических наук (Украина)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях,

ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

«Первый независимый научный вестник»

Адрес редакции: 01054, г. Киев, улица Дмитриевская, 64

тел.: +38 (095) 430-59-27

Сайт: www.firjournal.com.ua

E-mail: info@firjournal.com.ua

Учредитель и издатель «Первый независимый научный вестник» Тираж 2000 экз.

Отпечатано в типографии г. Киев, улица Дмитриевская, 64, 01054

Ответственный редактор — Антипов Андрей Петрович - доктор исторических наук (Украина)

Секретарь журнала — Нестеренко Елена Петровна - доктор философии (Украина)

Редакционный совет

- Верево Ольга Денисовна - доктор медицинских наук (Россия)
- Ганин Даниил Александрович - доктор филологических наук (Россия)
- Изымова Людмила Петровна - (Украина) доктор технических наук (Украина)
- Корейко Денис Вениаминович - доктор медицинских наук (Россия)
- Кроль Вадим Алексеевич - доктор технических наук (Россия)
- Моргун Аркадий Александрович - доктор технических наук (Россия)
- Напорчук Геннадий Николаевич - доктор ветеринарных наук (Украина)
- Нестерова Алина Владиславовна - доктор медицинских наук (Украина)
- Покручина Татьяна Руслановна - доктор экономических наук (Украина)
- Одунский Федор Тхонович - доктор искусствоведения (Россия)
- Сетаров Сергей Сергеевич - доктор юридических наук (Украина)
- Шавинский Александр Евгеньевич - кандидат психологических наук (Украина)
- Юркович Дмитрий Геннадьевич - доктор медицинских наук
- Юлинский Игорь Евгеньевич - доктор социологических наук (Украина)
- Ядынский Петр Константинович - доктор психологических наук (Россия)
- Яковлев Вадим Николаевич - доктор политических наук (Украина)

Художник: Королець Д.К.

Верстка: Визрук Ф.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ковальчук М.С., Капеліста І.М., Шевченко А.О.
ПРИРОДООХОРОННІ КАТЕГОРІЇ ТА
КАДАСТРОВІ ПАСПОРТИ ҐРУНТІВ – КРОК
ДО СТВОРЕННЯ ЧЕРВОНОЇ КНИГИ
ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ТА ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ.....5

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гал М.Й.
УКРАЇНСЬКО-ГРУЗИНСЬКІ ДВОСТОРОННІ
ВІДНОСИНИ У ЧОРНОМОРСЬКОМУ
РЕГІОНІ10

Скрипник А. Ю.
ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ МІЛІТАРИЗАЦІЇ НА
СОЦІАЛЬНІ РЕАЛІЇ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ
УКРАЇНИ У ПЕРШІЙ ТРЕТИНІ ХІХ СТ.....13

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Безвербний П.С.
ОСОБЛИВОСТІ ХАРАКТЕРУ ТА УМОВ
ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ
УКРАЇНИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТАН ЇХ
ЗДОРОВ'Я18

Кабанова Н.В.
КОРРЕКЦІЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОМЕОСТАЗА
У БЕРЕМЕННИХ С АРТЕРІАЛЬНОЇ
ГИПЕРТЕНЗИЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕТОДА
ЭНТЕРОСОРБЦИИ25

Побережець В.Л., Демчук Г.В.
ДИСФУНКЦІЯ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ –
КОМОРИДНИЙ СТАН ЧИ СИСТЕМНИЙ
КОМПОНЕНТ ХРОНІЧНОГО
ОБСТРУКТИВНОГО ЗАХВОРЮВАННЯ
ЛЕГЕНЬ?.....30

Сальков М.М.
РОЗРОБКА СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО
ТАКТИКИ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ
ПЕРЕЛОМО-ВИВИХІВ ШИЙНОГО ВІДДІЛУ
ХРЕБТА ЗА ДОПОМОГОЮ СКОБИ
ГАРДНЕРА-УЕЛЛІСА37

Фокіна О.Т.
ОФТАЛЬМОЛОГІЧНІ СИМПТОМИ
МНОЖИННОГО СКЛЕРОЗУ42

Юзвенко Т.Ю.
ПОКАЗАТЕЛИ ГОРМОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ И КЛЕТОЧНОГО ЗВЕНА
ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ
ДИАБЕТОМ И ГИПОТИРЕОЗОМ.....44

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Руль Н.В., Ковальчук М.С.
ОВРУЦЬКИЙ КВАРЦИТОВИЙ КАР'ЄР:
УНІКАЛЬНІСТЬ, ФУНКЦІОНУВАННЯ,
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ
МІНІМІЗАЦІЇ48

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Гументик М.Я.
ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА
ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД
СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ54

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Валеева А.Ф.
КУЛЬТУРНИЙ ПЛЮРАЛИЗМ В ЯЗЫКОВОЙ
ПОЛИТИКЕ.....59

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Нгуен Ван Тхинь
СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГО БЕСПИЛОТНОГО
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ62

Ademola Samuel Adegok, A.S
THEORETICAL IMPLEMENTATION OF
CARMA OVERLAY IN VOIP/SIP.....69

Seyedehmelina Meraji,
MOBILE AD-HOC NETWORK AUTO-
CONFIGURATION ACTUALIZATION AND
SUBSEQUENT THREATS73

Андреев О.С.
ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ПАЛИВНИХ
ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПОКРИТТЯ БАЛАНСУ
СПОЖИВАЧА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ77

Безгачев Є.Е.
ОСНОВНІ ЧИННИКИ РАНЖУВАННЯ В
ПОШУКОВІЙ СИСТЕМІ GOOGLE81

Гулевец Д.В., Кохан О.В., Шаравара В.В.
ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
І МЕТОД ЙОГО ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ
ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЕКОБЕЗПЕКИ88

Гурець Л.Л.
ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
ДЛЯ ВИБОРУ ГАЗОЧИСНОГО
ОБЛАДНАННЯ.....94

**Исаев М. М., Назаров Р. Б., Бадалова Н. Х.,
Мамедова М. Б.**
ИИС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА
ТОПЛИВА В РЕЗЕРВУАРАХ98

Оболкіна В.І., Кирпиченкова О.М.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ
ПРЯНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
ПЕКТИНОВМІСНИХ ОВОЧЕВИХ ПЮРЕ ...102

Яценко Е.В., Маслоук О.А.
НАСТОЛЬНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ И
ТРЕНИРОВКИ ЗРЕНИЯ107

Порєв В.А.
ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗОНИ
ПЛАВКИ НА ПОВЕРХНЕВИЙ ГРАДІЄНТ
ТЕМПЕРАТУРИ111

Порєв В.А., Дубова М.В.
ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗОНИ
ПЛАВКИ НА ВИСОТУ РІДКОЇ ФАЗИ115

Порєв Г.В.
ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ ЦИБУЛЬНОЇ
МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ ФАЙЛОВОГО
ОБМІНУ120

**Сайчук Ю. С., Чернецька Ю. В.,
Замулко А. І.**
Аналіз ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ З
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ123

Сайчук Ю. С., Замулко А. І.
ФОРМУВАННЯ ЦІЛЬОВИХ ГРУП З
НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ
ВПРОВАДЖЕННЯ СТИМУЛЮЮЧОГО
РЕГУЛЮВАННЯ ТАРИФІВ НА
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ129

**Сергєєв А.В., Сейсехмеліна Мераджі,
Самуель Адеджоке**
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ
ГІБРИДНИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ
КОНТЕНТУ НА ОСНОВІ РОЗПОДІЛЕНИХ
ХЕШ-ТАБЛИЦЬ135

Івановський О.А.
ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ
РЕДУКТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ
КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ139

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алексеева Е.Е.
ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ ДЛЯ
ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ,
ИНТЕГРАЛЬНЫЙ РЯД.....147

Дворцовой В.В.
ТЕОРИЯ МНОЖЕСТВ И СТРУКТУРА
ВСЕЛЕННОЙ156

Фурман Д.М., Иванов В.А., Фролов В.В.
ДАТЧИК ЯМР С УЛУЧШЕННОЙ
ОДНОРОДНОСТЬЮ РАДИОЧАСТОТНОГО
ПОЛЯ ДЛЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО
МИНИТОМОГРАФА С ДИНАМИЧЕСКОЙ
ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ168

**Шукюрова Г. Д., Маммедова Дж. Дж.,
Аббасова Х. Э.,**
ОБ ОДНОЙ НЕЛОКАЛЬНОЙ ПО ВРЕМЕНИ
КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ
ПСЕВДОПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ
ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА С ГРАНИЧНЫМИ
УСЛОВИЯМИ НЕЙМАНА.....173

Яловенко С.Н.
ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИИ178

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Іванець Л.М.
ВИВЧЕННЯ КІНЕТИКИ РЕАКЦІЇ ХЛОР-
ЗАМІЩЕНИХ ГІДРАЗІДІВ *О,О*-
ДИФЕНІЛТІОФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ З
ФЕНІЛЗОТІОЦІАНАТОМ В ОРГАНІЧНИХ
РОЗЧИННИКАХ190

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.48

Ковальчук Мирон Степанович

доктор геологічних наук, професор,
в.о. завідувача кафедри землеустрою та кадастру
Національного авіаційного університету

Капеліста Ірина Михайлівна

асистент кафедри землеустрою та кадастру
Національного авіаційного університету

Шевченко Аліна Олексіївна

студентка, Національний Авіаційний Університет

Ковальчук Мирон Степанович

доктор геологических наук, профессор,
и.о. заведующего кафедрой землеустройства и кадастра
Национального авиационного университета

Капелистая Ирина Михайловна

ассистент кафедры землеустройства и кадастра
Национального авиационного университета

Шевченко Алина Алексеевна

студентка, Национальный Авиационный Университет

Kovalchuk M.S.

Doctor of Geological Sciences, Professor,
acting as Head of Department Land Management and Cadastre
of National Aviation University

Kapelistia I.M.

Assistant of Department Land Management and Cadastre
of National Aviation University

Shevchenko A.A.

student, National Aviation University

ПРИРОДООХОРОННІ КАТЕГОРІЇ ТА КАДАСТРОВІ ПАСПОРТИ ҐРУНТІВ – КРОК ДО СТВОРЕННЯ ЧЕРВОНОЇ КНИГИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ТА ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДООХРАННЫЕ КАТЕГОРИИ И КАДАСТРОВЫЕ ПАСПОРТА ПОЧВ - ШАГ К СОЗДАНИЮ КРАСНОЙ КНИГИ ПОЧВ УКРАИНЫ И ИХ СОХРАНЕНИЮ ENVIRONMENTAL CATEGORIES AND CADASTRAL PASSPORT OF SOIL - STEP TO CREATING OF THE RED BOOK OF SOILS OF UKRAINE AND THEIR CONSERVATION

Анотація: Трансформація природного середовища України яскраво відобразилася на одному з особливо вразливих об'єктів природи – ґрунтовому покриві. Усі негативні зміни, які відбуваються із земельними ресурсами стосуються насамперед ґрунтів. На сьогоднішній день деякі ґрунтові відміни Україна і світова спільнота може втратити назавжди. Єдиний вихід вживати заходів з їх збереження. Одним зі шляхів правового захисту і збереження «особливих» ґрунтів є виокремлення категорій цих ґрунтів, створення кадастрових паспортів для ґрунтів, які входять до складу цих категорій та занесення їх до Червоної книги ґрунтів України.

Ключові слова: Україна, ґрунти, збереження, Червона книга ґрунтів, природно-заповідний фонд.

Аннотация: Трансформация природной среды Украины ярко отразилась на одном из особо уязвимых объектов природы - почвенном покрове. Все негативные изменения, которые происходят с земельными ресурсами касаются прежде всего почв. На сегодняшний день некоторые ґрунтовые отмены Украиной и мировое сообщество может потерять навсегда. Единственный выход принимают меры по их сохранению. Одним из путей правовой защиты и сохранения «особенных» почв является выделение категорий этих почв, создания кадастровых паспортов для почв, которые входят в состав этих категорий и занесения их в Красную книгу почв Украины.

Ключевые слова: Украина, почвы, сохранность, Красная книга почв, природно-заповедный фонд.

Abstract: The Transformation of Natural Resources of Ukraine clearly reflected in a particularly vulnerable objects of nature - soil. All the negative changes that occur on land resources relating primarily soil. To date, some groundwater withdrawal Ukraine and the international community may lose forever. One of the ways of legal protection and the preservation of «special» Soil is the selection of categories of these soils, creation of cadastral passports for land, which are part of these categories and entering them in the Red Book of Ukraine soil.

Keywords: Ukraine, soil, preservation, the Red book of soils of Ukraine, natural-reserve fund.

Постановка проблеми. Загальновідомо, що найбільше багатство нашої держави – це її земля, а українські ґрунти за природною родючістю є одними з найкращих у світі. Територія України характеризується значним різноманіттям ґрунтів (при ґрунтовому картографуванні України встановлено майже 650 видів ґрунтів), які сформувалися в ході складного і тривалого процесу ґрунтоутворення в різних кліматичних і ландшафтних умовах на полігенних та поліхронних ґрунтовірних породах, що характеризуються строкатим речовинним складом. Якісний склад ґрунтів надзвичайно різноманітний і налічує декілька десятків типів: від родючих чорноземів і південних каштанових до значно менш родючих сірих лісових і опідзолених та майже непридатних для аграрного виробництва піщаних та кам'янистих ґрунтів.

Трансформація природного середовища України яскраво відобразилася на одному з особливо вразливих об'єктів природи – ґрунтовому покриві. Стан ґрунтового покриву України близький до критичного. Антропогенний вплив на ґрунти спричинює їх деградацію, погіршує якість, призводить до зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. Унаслідок інтенсивного землекористування відбувається повсюдна деградація ґрунтів, у результаті чого втрачається їх природне різноманіття.

Охороні ґрунтів присвячена низка державних та міжнародних програм і угод, зокрема, «Декларація з охорони навколишнього середовища», «Всесвітня ґрунтова хартія», «Основи світової ґрунтової політики» тощо. Правове регулювання в сфері збереження ґрунтів та охорони їх родючості здійснюється відповідно до Конституції України, Земельного кодексу України, Кодексу України про адміністративні правопорушення, Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням та охороною земель», «Про землеустрій», інших нормативно-правових актів. Статтею 150 Земельного кодексу України виділено в окрему групу «особливо цінні землі» та встановлено спеціальний порядок їх вилучення. Як наслідок, єдиний захід з охорони таких ґрунтів це: проведення обов'язкової державної експертизи проектів землеустрою щодо відведення земельних ділянок із особливо цінних земель для ведення товарного сільськогосподарського виробництва в розмірі середньої частки (паю) делеговано територіальним органам Держгеокадастру; погодження рішень Кабінету Міністрів України і місцевих рад Веховною Радою України при вилученні особливо цінних земель для несільськогосподарських потреб земельних ділянок особливо цінних земель, що перебувають у державній або комунальній власності, для будівництва об'єктів загальнодержавного значення, доріг, ліній електропередачі та зв'язку, трубопроводів, осушувальних і зрошувальних каналів, геодезичних пунктів, житла, об'єктів соціально-культурного призначення, нафтових і газових свердловин та виробничих споруд, пов'язаних з їх експлуатацією. 20 січня 2015 року під номером

1798 у Верховній Раді України зареєстровано проект закону «Про збереження ґрунтів та охорону їх родючості». Метою розроблення законопроекту є прийняття повномасштабного нормативно-правового акта рамкового типу, якій містить всі необхідні положення і норми, що регулюють правові взаємовідносини в сфері охорони ґрунтів. Законопроектом передбачено встановлення основоположних принципів державної політики та правил, які б гарантували збереження унікального ґрунтового покриву країни, його екологічних і продукційних функцій та створення необхідних умов для ефективного використання ґрунтових ресурсів без негативних наслідків для наступних поколінь. Прийняття закону України «Про збереження ґрунтів та охорону їх родючості» дасть можливість на законодавчому рівні розділити поняття і конкретизувати правовий статус термінів «земля» і «ґрунт», а також визначити особливий статус ґрунтового покриву у природі і суспільстві, формувати дбайливе ставлення всіх верств населення до ґрунту, унеможливити процеси його збіднення та деградації.

Усі ці документи підкреслюють роль ґрунту як незамінного і загального надбання людства і спрямовані на його збереження на благо сучасного і прийдешнього поколінь. У зв'язку з цим, особливої актуальності набула проблема збереження генофонду ґрунтів та ґрунтових комбінацій, які є носіями безцінної інформації про структуру та екологічні функції як сучасних, так і доісторичних екосистем [7].

З метою збереження природного різноманіття ґрунтів необхідно виокремити категорії ґрунтів, які потребують особливої охорони, а для ґрунтів, які входять до їхнього складу, створити кадастрові паспорти та занести їх до Червоної книги ґрунтів України, яка буде основою для організації робіт зі збереження різноманітності ґрунтів і контролю антропогенної трансформації ґрунтового покриву.

Аналіз останніх наукових досліджень. Роботи щодо формування регіональних списків еталонних ґрунтів протягом декількох десятиліть проводяться на теренах Росії, Молдови, Польщі та України [1,3-8]. Науково-методичні засади формування Червоної книги ґрунтів та охорона особливо цінних ґрунтів розглядалися у роботах О.В. Клімова, Н.Є. Юдіна, М.О. Горіна, Г.Ф. Ольховського, Г.В. Добровольського, Е.Д. Нікітіна, З.Ф. Ключко, К.К. Голобородько, О.Є. Пахомова, В.О. Афанасьєва та інших.

В Україні дослідження цього напрямку започаткував О. В. Клімов [3], який на основі узагальнення зарубіжного досвіду та вивчення особливостей ґрунтового покриву України розробив критерії виділення категорій ґрунтів, що потребують охорони, і склав переліки ґрунтів, які входять до їхнього складу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз Законів України та нормативно-правових актів показує, що ключові основи охорони ґрунтів – це споживацьке ставлення

до ґрунту, яке б забезпечувало екологічні і продукційні функції ґрунтів та їх ефективне використання. Питання збереження ґрунтового різноманіття має другорядне значення. За даними О.В. Клімова [3], на території України поширені 255 видів природних ґрунтів, які потребують охорони. Особливо цього потребують рідкісні, зникаючі та раритетні ґрунти, яких налічується 112 видів.

Окрім цього, строкатість ґрунтового покриття України дозволяє виокремити ґрунтові відміни місцевого, регіонального, загальнодержавного та міжнародного значення, які доцільно зберегти як для народу України, так і для світової спільноти.

На сьогоднішній день деякі ґрунтові відміни Україна і Світова спільнота може втратити назавжди, якщо не вживати заходів з їх збереження.

Мета статті. Мета статті – звернути увагу української спільноти, на необхідність охорони ґрунтів, не тільки як об'єкту функціонально-галузевого та цільового призначення і економічної діяльності, а й як особливого утворення природи, надбання українського народу та світової спільноти; визначення стратегії створення Червоної книги ґрунтів України.

Виклад основного матеріалу. Державний облік ґрунтів та їх стану здійснюється шляхом обстеження ґрунтового покриття, моніторингу, агрохімічної паспортизації, ведення карт ґрунтів, Червоної книги ґрунтів, визначення параметрів родючості ґрунтів та встановлення площ затоплених, підтоплених, забруднених, вторинно засолеваних, осолонцьованих, еродованих, заболочених, деґуміфікованих, порушених, рекультивованих та інших деґрадованих і забруднених ґрунтів, обсягів зняття, транспортування, складування, зберігання та використання родючого шару ґрунту.

Основною формою кількісного та якісного обліку ґрунтів є різні матеріали великомасштабних ґрунтових досліджень: карти ґрунтів, картограми, ґрунтові нариси з аналітичними даними та ін. Важливе значення для детальної, якісної оцінки ґрунтів мають їх агровиробниче групування та бонітування. На сьогодні в Україні існує значна кількість установ, які контролюють ті чи інші параметри стану ґрунтів. Проте, незважаючи на те, що їхні напрацювання є досить вагомими і актуальними, на жаль, напрями роботи цих організацій ніхто не координує, що призводить до розпорошеності даних щодо стану ґрунтів.

Однак, основне завдання особливої охорони ґрунтів – це збереження найбільшої розмаїтості природних ґрунтових відмін, структур ґрунтового покриття та їх біоценозів. Основним аргументом для створення Червоної книги ґрунтів є їх збереження як особливої природного тіла і ґрунтового різноманіття; умови забезпечення видового і популяційного різноманіття флори і фауни; носія пам'яті ландшафту і людської культури, біологічної пам'яті; особливо середовища для еволюції живих організмів.

Основою для створення Червоної книги ґрунтів повинен бути кадастр особливо цінних

ґрунтових об'єктів, який містить необхідні відомості про конкретні значущі ґрунтові об'єкти, які представлені до особливої охорони.

Об'єкти, які заносяться в кадастр повинні забезпечуватися достатньою базовою інформацією, тобто мати паспорт, який містить такі відомості: назву цінного ґрунтового об'єкта; місцезнаходження цінного ґрунтового об'єкта, адміністративний район, область, схема розташування із зазначенням масштабу, координати, площа (в гектарах); відомості про землевласника, землекористувача чи арендатора; значення цінного ґрунтового об'єкта, характер використання; характеристика ґрунту (тип і підтип ґрунту за національною класифікацією, найнижчий таксон за національною класифікацією, тип і підтип ґрунту за класифікацією ФАО-ЮНЕСКО, потужність, ступінь еродованості, характеристика ґрунтовірних і підстилаючих гірських порід, нижня границя кореневого шару в ґрунтовому розрізі, кам'янистість ґрунту, польова вологоємність, швидкість інфільтрації); характеристика генетичних горизонтів (позначення горизонтів за національною системою і системою ФАО-ЮНЕСКО, верхня і нижня границя горизонтів, характер переходів між горизонтами, колір горизонтів у сухому і вологому станах, структура ґрунту, що складає горизонт, гранулометричний склад горизонту, загальна шпаруватість, вміст гумусу, вміст загального азоту, співвідношення вмісту вуглецю до вмісту азоту, кислотність ґрунту, ємність катіонного обміну, насиченість основами, вміст карбонату кальцію, склад обмінних катіонів, вміст рухомих форм фосфору і калію, склад і загальний вміст солей у водній витяжці); фотографічне зображення ґрунтового профілю і характеру умов поширення; геолого-географічні умови і екзогенні процеси в районі цінного ґрунтового об'єкта; антропогенні процеси, зміни цінного ґрунтового об'єкта та прилеглих територій, прогностичні оцінки змін; основні особливості цінного ґрунтового об'єкта, які є підставою для занесення його до Червоної книги ґрунтів; статус який пропонується надати об'єкту (місцевого, регіонального, загальнодержавного чи міжнародного значення); стан і стадія оформлення охорони цінного ґрунтового об'єкта; рекомендовані заходи по особливій охороні цінного ґрунтового об'єкта, по режиму охорони, відповідальні за охорону організації; під'їзд і підходи до об'єкту; основна література з цінного ґрунтового об'єкта.

До переліку основних ґрунтоохоронних категорій, які доцільно внести до Червоної книги ґрунтів України, автори пропонують внести:

1. *Еталони природних ґрунтів.* Це зональні, місцеві і комплексні еталонні ґрунтові профілі, які найбільш повно характеризують різні систематичні категорії ґрунтів (види, роди, підтипи тощо). Збереження еталонів важливе для вирішення багатьох наукових і практичних завдань: порівняння характеру змін складу і властивостей антропогенноперетворених ґрунтів з природними ґрунтовими еталонами (реперами); діагностики і класифікації ґрунтів; створення моделей окультурених ґрунтів; прогнозу

природної еволюції ґрунтів і ґрунтового покриву та в результаті господарської діяльності; оцінки величин емісії вуглецю та інших парникових газів в антропогенних ґрунтах та їх наслідків для клімату; оцінки змін параметрів біогеоценотичних функцій і екологічного потенціалу ґрунтів під антропогенним впливом.

2. *Ймовірно зниклі ґрунти*. До цієї категорії належать ґрунти, які були описані і охарактеризовані раніше і згадки про які більше не зустрічаються. Території, які вони займали, повністю змінені господарською діяльністю. Унаслідок порушення унікального поєднання чинників ґрунтоутворення відновлення таких ґрунтів неможливе.

3. *Зникаючі ґрунти*. Площа територій, яку займають ці ґрунти неухильно зменшується в зв'язку з прямим і непрямим антропогенним впливом. Це ґрунти, які знаходяться під загрозою зникнення в результаті руйнування ґрунтових ареалів та докорінної зміни факторів ґрунтоутворення.

4. *Рідкісні ґрунти* – це ґрунти, які займають незначні території, не часто зустрічаються в складі ґрунтових комплексів та сформувалися на нетипових для даної зони (території) ґрунтовірних породах або в місцях виходу ґрунтових вод нетипового хімічного складу.

5. *Раритетні ґрунти* – це рідкісні за розповсюдженням та унікальні за генезисом і властивостями ґрунти, які являють собою значну наукову цінність.

6. *Викопні палеоґрунти* – це ґрунти давніх геологічних епох, які розкриті природними і штучними відслоненнями і є полігоном для наукових досліджень з палеоґрунтознавства.

Слід зазначити, що різними дослідниками у різні роки вносилися пропозиції щодо включення до Червоної книги й інших категорій ґрунтів.

Зокрема, до Червоної книги ґрунтів пропонують внести еталони окультурених і антропогенних ґрунтів. Еталони окультурених ґрунтів ідентифікуються як дуже окультурені ґрунти різноманітних господарств і як моделі високої родючості. Ґрунти цієї категорії виділяються на територіях еталонних об'єктів високого рівня використання ґрунтів, таких як держсортодільниці, поля господарств, де впроваджено контурно-меліоративну систему землеробства тощо. Ґрунти цієї категорії є взірцями збалансованого землеробства для земель сільськогосподарського призначення. До еталонів антропогенних ґрунтів пропонують включати деякі відміни урбаногенних (урбаноземи) та техногенних (техноземи) ґрунтів з метою збереження інформації про найбільш вдалі варіанти конструювання людиною ґрунтового профілю. Тривалі моніторингові дослідження таких еталонів дозволять отримати абсолютно нові та цінні наукові дані щодо перебігу подальших процесів ґрунтоутворення, функціонування антропогенних ґрунтів та забезпечення ними оптимальних умов життєдіяльності всіх компонентів біоценозу. Отримана інформація дозволить відшукати ощадливі шляхи рекультивации ґрунтових бедлендів та відновити санітарні функції антропогенно утворених ґрунтів.

Інші дослідники пропонують до Червоної книги внести ґрунти опорних пунктів дослідницьких установ та ґрунти ключових учбових полігонів, міські ґрунти підвищеної екологічної значущості тощо, які є об'єктами наукових і моніторингових досліджень.

Ми вважаємо, що зазначені категорії не потрібно включати до Червоної книги ґрунтів, оскільки такі ґрунти зазнали значної антропогенної трансформації або ж є штучноствореними і можуть бути відтвореними.

При створенні ґрунтоохоронної мережі найбільші проблеми виникають з виділенням еталонів природних ґрунтів, оскільки, незважаючи на значну кількість природоохоронних об'єктів, в переважній більшості з них ґрунтовий покрив залишається малодослідженим. Окремі дані щодо ґрунтового різноманіття охоронної території наводяться лише для природних та біосферних заповідників та, частково, національних і ландшафтних парків, тоді як дані про ґрунти інших заповідних об'єктів фактично відсутні. Окрім цього, в жодному з об'єктів природно-заповідного фонду не проводяться дослідження спрямовані на створення ґрунтоохоронної інфраструктури [1,5].

Слід зазначити, що об'єктом охорони держави є всі різновиди ґрунтів на усіх без винятку земельних ділянках у межах території України. Правова охорона ґрунтів та їх родючості здійснюється за принципами цілісності ґрунтового покриву, його невіддільності від земельних ділянок, відтворення продуктивних та екологічних функцій ґрунтів.

У вирішенні проблеми збереження ґрунтового різноманіття особлива роль належить заповідним територіям. Однак, на сьогоднішній день чинним законодавством України передбачено, що основною метою створення заповідних територій є збереження рідкісних і зникаючих видів рослин і тварин, а конкретний ґрунт потрапляє під охорону за замовчанням, оскільки є лише просторовим базисом розміщення видів, які підлягають охороні. У результаті не всі ґрунти, які необхідно зберегти з позицій ґрунтового різноманіття знаходяться під охороною заповідного режиму.

Найбільш доцільною і поширеною формою охорони ґрунтів (у разі їх включення до Червоної книги) Г.В. Добровольський [6] вважає організацію ґрунтових заповідників загального режиму з певною регламентацією, яка на нашу думку не забезпечить збереження ґрунтів у їх повному обсязі.

На нашу думку, для збереження ґрунтів доцільно створювати ґрунтові пам'ятки природи з суворим правовим режимом, або ґрунтові заказники і заповідники спеціального режиму.

У методичному плані ґрунтознавцям доцільно використати намічені геологами основні напрямки діяльності щодо збереження унікальних феноменів, зокрема: роботи на регіональному рівні щодо виявлення об'єктів охорони відповідно до діючих правових і нормативних актів; забезпечення збереження пам'яток завдяки відображенню відповідних вимог в ліцензіях по використанню прилег-

лих територій; надання дієвості положенню про винагороду осіб, які відкрили нові унікальні об'єкти; розробка методичних рекомендацій щодо вивчення та виділення об'єктів охорони; складання регіональних карт і довідкових матеріалів з пам'яток природи для наукових екскурсій, екологічної освіти та ін. [1].

Висновки та пропозиції. Аналіз нормативно-правових актів свідчить, що в Україні сформована відповідна законодавча база, яка дає змогу проводити комплекс ґрунтоохоронних заходів у правовому полі. Однак, на жаль, більшість норм і положень законів фактично не діють, а основні заходи зі збереження родючості ґрунтів не проводяться або проводяться в мінімальних обсягах.

Роботи зі створення Червоної книги ґрунтів України необхідно починати з регіональних рівнів. Базою для науково-обґрунтованої охорони і збереження природного різноманіття ґрунтів та основою створення регіональних частин Червоної книги ґрунтів України є створення списку еталонів природних ґрунтів, ймовірно зниклих і зникаючих ґрунтів, рідкісних, раритетних та викопних ґрунтів [7,8]. Кожна ґрутова відміна, яка буде заноситися до Червоної книги повинна супроводжуватися кадастровим паспортом, основу якого повинні скласти дані ґрунтових обстежень. Кадастровий паспорт повинен містити необхідні відомості про конкретні значущі ґрунтові об'єкти, які представлені до особливої охорони. Регіональні Червоні книги ґрунтів стануть основою для створення національної Червоної книги ґрунтів, яка буде мати яскраво виражений соціальний, екологічний та економічний аспекти.

Охорону ґрунтів необхідно починати зі створення ґрунтових пам'яток природи з наданням їм відповідного статусу (місцевий, регіональний, загальнодержавний, міжнародний) та суворого охоронного режиму, зокрема з заборонаю будь-якої

діяльності, що загрожує збереженню або призводить до деградації чи зміни первісного їх стану. Форми охорони повинні залежати перш за все від особливостей об'єкта і завдань його збереження і використання.

Список літератури:

1. Горін М., Ольховський Г. Досліди географічної мережі на Роганському стаціонарі та проблема заповідання чорноземів (до створення Червоної книги ґрунтів) / Вісник Львівського університету. Серія географічна, 2013. – Випуск 44. – С. 71–79.
2. Добровольский Г.В. Экология почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М. : Изд-во МГУ, 2006. – 476 с.
3. Климов А.В. Сохранение природного разнообразия почв Украины // Тр. межгос. науч. конф. Ч.1. – Киев, 1997. – С. 118–119.
4. Красная Книга почв России / науч. ред. Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: МАКС Пресс, 2009. – 575 с.
5. Крупенников И. Красная книга почв / И. Кренников, А. Родина // Сельское хозяйство Молдавии. – 1986. – №4. – С. 14–15.
6. Медведев В.В. Типові, рідкісні та зникаючі види ґрунтів України / В.В. Медведев, І.М. Подоба, О.В. Клімов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1998. – Вип. 59. – С. 13–27.
7. Орлов О.Л. Колекція еталонів ґрунтів заходу України як спосіб документування природного різноманіття / О.Л. Орлов, Ю.М. Чорнобай, О.Б. Вовк // Наук. зап. Держ. природнавч. музею. – Львів, 2006. – Вип. 22. – С. 17–24.
8. Орлов О.Л. Создание системы почвенных эталонов для потребностей мониторинга почв // Науч. зап. Гос. природоведч. музея. – Львов, 2010. – Вип. 26. – С. 79–84.

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 94(477)

Гал Маріанна Йосифівна
Историк
Гал Марианна Йосифівна
Историк
Gál Marianna Josyfvna
Historian

УКРАЇНСЬКО-ГРУЗИНСЬКІ ДВОСТОРОННІ ВІДНОСИНИ У ЧОРНОМОРЬСЬКОМУ РЕГІОНІ УКРАИНСКО-ГРУЗИНСКАЯ ДВОСТОРОННИЕ ОТНОШЕНИЯ У ЧЕРНОМОРСКОМУ РЕГИОНЕ UKRAINIAN-GEORGIAN BILATERAL RELATIONS IN THE BLACK SEA REGION

Анотація. Кавказ на межі ХХ-ХХІ ст. стає однією з ключових зон зіткнення глобальних інтересів. Тенденції останніх років, що явно чи приховано набирають силу на Північному Кавказі, споріднені з тими, що свого часу спостерігалися на Балканах і призвели до масштабних і руйнівних конфліктів. У даній статті автор проаналізує українсько-грузинські двосторонні відносини зокрема в економічних, транспортних і енергетичних сферах.

Ключові слова: українсько-грузинські відносини, економіка, торгівля, енергетика, Чорноморський регіон, зовнішня політика.

Аннотация. Кавказ на рубеже ХХ-ХХІ вв. становится одной из ключевых зон столкновения глобальных интересов. Тенденции последних лет, явно или скрыто набирают силу на Северном Кавказе, родственные тем, что в свое время наблюдались на Балканах и привели к масштабным и разрушительным конфликтам. В данной статье автор анализирует грузино-украинские двусторонние отношения в частности транспортных, экономических и энергетических сферах.

Ключевые слова: грузино-украинские отношения, экономика, торговля, энергетика, Черноморский регион, внешняя политика.

Summary. Caucasus on the brink of XX-XXI centuries is one of the key areas of global clash of interests. Trends in recent years, explicitly or covertly gaining strength in the North Caucasus, related to those that were observed at one time in the Balkans and led to massive and destructive conflict. This paper analyzes the Ukrainian-Georgian bilateral relations particularly in economic, transport energy spheres.

Keywords: Ukrainian-Georgian relations, economy, trade, energy, the Black Sea region, foreign policy.

Постановка проблеми. Чорноморський регіон, як єдине ціле геополітичне поняття в сучасній системі міжнародних відносин з'явилося на початок 90-их років ХХ ст., в той самий час, як внаслідок розпаду Радянського Союзу самостійними суб'єктами міжнародних відносин стали Україна і Грузія. Стабільність регіону – це гарантія ефективного та сталого розвитку всіх країн регіону, яка впливає на енергопостачання Європи, а також безпеку транспортних коридорів Європа – Азія.

Відносини між двома країнами завжди мали особливий характер, будувалися на принципах рівноправ'я, тісного партнерства та спільних інтересів, в атмосфері дружби та взаємодопоміжки. Українсько-грузинське співробітництво стало однією з актуальних тем багатьох періодичних видань не тільки України і Грузії, а й зацікавлених третіх сторін. Активно розробляється окремі аспекти тематики зазначеного дослідження, зокрема, Анджапіридзе А. [1], Фурса А. О. [3,4], Шелест Г. В.[5]. Віддаючи належне існуючим дослідженням, можна стверджувати про потребу у подальших наукових розробках відносини між двома країнами.

Мета дослідження проаналізувати двосторонні українсько-грузинські відносини у сфері економіки, транспорту та енергетики у Чорноморському басейні.

Виклади основного матеріалу. Кавказ на межі ХХ-ХХІ ст. стає однією з ключових зон зіткнення глобальних інтересів. Відносини України з Грузією завжди будувалися на принципах рівноправ'я, тісного партнерства та спільних інтересів, в атмосфері дружби [2, с. 113]. На сучасному етапі виникає потреба в переосмисленні особливостей сучасних двосторонніх відносин між Україною та Грузією задля їх подальшої продуктивної співпраці. За період з 1991 року і до нашого часу була створена потужна договірно-правова база між державами, яка складає понад 130 договорів. Головним із них є Договір про дружбу, співробітництво і взаємодопомогу між Україною та Республікою Грузія від 13 квітня 1993 року, в якому йшлося про встановлення дружніх стосунків, з метою тісної співпраці та мирного співіснування. Саме цей договір можна вважати основним фундаментом українсько-грузинських відносин. Також важливим політичним документом є Декларація про розвиток відносин стратегічного характеру між Україною і Грузією від 25 березня 2005 року, в якій

наголошено, що між двома країнами розбудовуються відносини стратегічного характеру.

В історії незалежних України та Грузії є ряд дуже схожих подій. Загалом можна провести декілька чітких паралелей:

- Трояндова революція – Помаранчева революція;

- прихід до влади Міхаїла Саакашвілі та Віктора Ющенка шляхом мирних демонстрацій;

- російсько-грузинська війна 2008 – військові протистояння на сході України 2013-2014 років.

З 1991 року Україна активно підтримувала територіальну цілісність та суверенітет Грузії у міжнародно визнаних кордонах, а також при розгляді питань щодо врегулювання національних конфліктів на її території [2, с. 113].

Геополітичне становище України і Грузії, їхні історичні зв'язки, співробітництво в рамках ГУУАМ, ЧЕС і СНД сприяють зміцненню їхніх економічних і політичних відносин, спонукають до ширшого співробітництва на регіональному рівні та у вирішенні міжнародних проблем [5, с. 281]. Сьогодні Грузія є стратегічним партнером України, підтримує інтереси нашої держави не лише на Кавказі, але й у ширшому контексті. Грузія має першорядне значення в реалізації геостратегічних інтересів України, пов'язаних зі зміцненням безпеки у Чорноморському регіоні.

Важливим виявився візит до Києва 13-14 лютого 1997 р. президента Грузії Едуард Шеварднадзе. Цей політик зі світовим ім'ям користується неабияким авторитетом. Він відомий як досвідчений державний діяч, прихильник тісного взаємовигідного співробітництва і стратегічного партнерства з Україною. Шеварднадзе неодноразово наголошував, що відносини обох держав можна вважати "особливими". Оскільки рамковий договір передбачає не лише дружбу та співробітництво, але й взаємодопомогу, він виходить за межі звичайних міждержавних стосунків.

Погляди України і Грузії на дві ключові для пострадянських держав проблеми (майбутнє СНД, розширення НАТО тощо) збігаються. Обидві країни орієнтуються на двосторонні зв'язки між країнами-членами СНД. Що ж стосується перспектив Співдружності як регіонального об'єднання, то обидві країни погоджуються, що воно має майбутнє у тому випадку, якщо у межах СНД поважатиметься принцип суверенітету кожної з держав-членів [5, с. 282]. Найактивніше співробітництво на сьогодні спостерігається в економічній, транспортній, енергетичній та військовій сфері.

В даний час Україна знаходиться на третьому місці в списку основних *зовнішньоекономічних* партнерів Грузії після Туреччини та Азербайджану. За даними Держкомстату, станом на 01.12.2011 Грузія займає 25 місце серед країн експорту української продукції. Позитивним моментом можна вважати відновлення в 2012 р., після шестирічної перерви, роботи спільної міжурядової комісії з економічного співробітництва, яка має шанси сфокусувати діалог двох країн на конкретних проектах

співробітництва [4, с. 239]. Незважаючи на те, що Грузія не є членом СНД, в рамках якої підписана більшість угод щодо економічного співробітництва на пострадянському просторі, членство в СОТ обох країн, а також домовленості у рамках ГУАМ, зокрема щодо створення зони вільної торгівлі, знижують вірогідність протиріч у взаємній торгівлі. Динаміка двосторонніх відносин довгий час свідчила про постійний приріст товарообігу і найбільш активне зростання в порівнянні з іншими країнами пострадянського простору.

Транспортна сфера є однією з головних для росту товарообігу між Україною та Грузією. Попромне сполучення між Поті та Іллічівськом – основна ланка проекту ЄС «ТРАСЕКА». Такий шлях є ефективним, оскільки не перетинає території невизнаних республік, на відміну від прямого залізничного або автомобільного сполучення, що проходить територією Росії та Абхазії. В 2013 році планується розпочати пряме контейнерне сполучення між портами Поті та Одеса, що повинно стимулювати товарообіг, завдяки скороченню часу перевезення вантажів, зменшення собівартості послуг та меншої залежності від погодних умов [2, с.54]. Грузія зацікавлена у приєднанні до проекту «Вікінг», – поїзд комбінованого транспорту, що з'єднує порти Іллічівськ / Одеса (Україна) і Клайпеда (Литва). Завершуються необхідні процедури для приєднання до відповідної Угоди про розвиток перевезень вантажів Грузії та Молдови. Цей проект стане додатковим до вже існуючого співробітництва у сфері мультимодальних перевезень у рамках ГУАМ, яке базується на Угоді про міжнародні мультимодальні перевезення від 2007 року. У 2011 році урядом Грузії було проголошено ідею щодо створення міста-порту Лазіка на кордоні з Абхазією, який було закладено у вересні 2012 [5, с. 54]. Планувалося, що за 10 років, це місто повинно стати другим в Грузії з населенням у 500 тис. осіб. Однак цей проект не був підтриманий новим урядом Грузії на чолі з Б. Іванішвілі. Обговорення перспектив його реалізації ще продовжується, але вже прийняте рішення щодо відмови від будівництва нового міста, в той же час перспектива будівництва нового порту залишається на порядку денному.

Завдяки вдалому геополітичному розташуванню та свої зовнішньополітичній орієнтації, Грузія активно залучена в процес імплементації каспійських *енергетичних* проектів, зокрема газопроводу Баку – Тбілісі – Ерзурум, нафтопроводів Баку – Тбілісі – Супса та Баку – Тбілісі – Джейхан, майбутніх газопроводів NABUCCO і Трансана-толійський та проекту AGRI [5, с. 55] У травні 2012 р. було оголошено, що Україна і Грузія будуть співпрацювати в питаннях поставок азербайджанського скрапленого газу в Україну через територію Грузії [1, с.64]. Однак в даному проекті сторони можуть зіткнутися з опором Туреччини, і конкуренцією з боку Румунії. Україна фактично втратила свої можливості після початку здійснення проекту AGRI (Азербайджан – Грузія – Румунія Інтерконектор).

Найбільшого розвитку досягло *військове співробітництво* України з Грузією. Підрозділи

грузинської армії беруть участь у міжнародних навчаннях, що проходять по програмі НАТО "Партнерство заради миру" на території України. Грузія має намір здійснювати модернізацію і ремонт своєї військової техніки на українських військових підприємствах.

Україна надає матеріально-технічну допомогу Грузії. Грузинські військові навчаються в Академії Збройних Сил України. Грузія – перша з країн СНД, з якою, не маючи спільного державного кордону, Україна підписала угоду про співробітництво з прикордонних питань. Відповідно до досягнутих угод Україна здійснює підготовку і перепідготовку кадрів для прикордонних військ Грузії.

Висновки. Отже, відносини України та Грузії які склалися за час незалежності обох держав в більшій мірі можна охарактеризувати, як такі, що майже позбавлені проблемних питань, а розвиток та становлення самих країн дуже ідентичний, з існуванням схожих проблем та перешкод. Підписання Договору про дружбу, співробітництво та взаємну допомогу між Україною і Грузією (квітень 1993 р.) експерти оцінили як один з найсерйозніших кроків встановлення горизонтальних зв'язків між пострадянськими країнами [1, с. 63]. В економіці переважають ефективне економічне співробітництво, здійснення широкомасштабних міждержавних проєктів, а також практична політична підтримка позицій однієї країни іншою на міжнародній арені. Справді, загалом відносини між Україною та Грузією як двома пострадянськими державами, які проходять схожі в тій чи іншій мірі шляхи трансформації в економічній та політичній сферах, розвиваються конструктивно і не характеризуються конфліктними ситуаціями.

Виходячи з цього, сучасний етап українсько-грузинських відносин потребує не лише ґрунтовного осмислення, а й пошуку нових взаємовигідних, дієвих та перспективних напрямів співпраці, в

тому числі шляхом унесення змін до існуючих та створення нових ефективних договірно-правових механізмів співпраці, передусім у торговельно-економічній сфері. Особливо перспективним у цьому контексті видається поглиблення співпраці в енергетичній та транспортній сферах. Йдеться, зокрема, про активізацію зусиль для реалізації спільних проєктів у рамках енергетично-транспортного коридору «Азія–Кавказ–Європа», а також транспортних шляхах Чорноморського регіону.

Список літератури

1. Анджапарідзе А. Економічний вимір українсько-грузинського партнерства /А. Анджапарідзе // Актуальні проблеми міжнародних відносин. 2011. – Випуск 99 (Частина II) – С. 62-65
2. Сайко О. Українсько-грузинські відносини: здобутки, проблеми та перспективи розвитку / О. Сайко // Актуальні проблеми зовнішньої політики України. – Чернівці, 2014. – С. 113-115
3. Фурса А. О. Українсько-грузинські відносини в 1991-2009 рр.: політико-дипломатичний аспект / А. О. Фурса // Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету. – Запоріжжя, 2012. – Випуск XXXIV – С. 238-242
4. Фурса А. О. Ретроспектива українсько-грузинських відносин у міжнародному контексті / А. О. Фурса // Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету. – Запоріжжя, 2013. – Випуск XXXV – С. 281-286
5. Шелест Г. В. Українсько-грузинські відносини як фактор стабільності у Чорноморському басейні / Г. В. Шелест // Стратегічні пріоритети. 2007. – №2(3) – С. 51-58

УДК 94(477.4)"18":355.01.(470+371)

Скрипник А. Ю.*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, кандидат історичних наук, доцент, докторант кафедри історії України***Скрипник А.Ю.***Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко, кандидат исторических наук, доцент, докторант кафедры истории Украины***Skrypnyk A.Y.***Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University, Candidate of Sciences in History, Associate Professor, Doctoral Student of the Department of History of Ukraine***ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ МІЛІТАРИЗАЦІЇ НА СОЦІАЛЬНІ РЕАЛІЇ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ У ПЕРШІЙ ТРЕТИНІ ХІХ СТ.****ВЛИЯНИЕ РОССИЙСКОЙ МИЛИТАРИЗАЦИИ НА СОЦИАЛЬНЫЕ РЕАЛИИ НА ПРАВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЕ В ПЕРВОЙ ТРЕТИ XIX В.****THE INFLUENCE OF THE RUSSIAN MILITARIZATION ON THE SOCIAL REALITIES OF RIGHT-BANK UKRAINE IN THE FIRST THIRD OF THE 19th CENTURY****Анотація**

Досліджено причини змін і подальші трансформації суспільних та етнічних взаємовідносин у регіоні під впливом факту російської військової присутності в руслі імперського прагнення насильницького прискорення русифікації населення краю. Виявлені й простежені базисні ментальні відмінності між представниками місцевих етнічних спільнот та універсальною загарбницькою моделлю поведінки російських військовослужбовців, покликаних бути носіями та знаряддям агресивної імперської політики.

Ключові слова: Правобережна Україна, населення, російська армія, соціальні відносини.

Аннотация

Исследованы причины изменений и дальнейшие трансформации общественных и этнических взаимоотношений в регионе под влиянием факта российского военного присутствия в русле имперского стремления насильственного ускорения русификации населения края. Выявлены и прослежены базисные ментальные различия между представителями местных этнических сообществ и универсальной захватнической моделью поведения российских военнослужащих, призванных быть носителями и орудием агрессивной имперской политики.

Ключевые слова: Правобережная Украина, население, российская армия, социальные взаимоотношения

Abstract

The reasons of changes and further transformation of social and ethnic relations in the region influenced by the fact of Russian military presence alongside with the Imperial desire to violently accelerate the Russification of the population are in the focus of attention in the paper. The research interest concerns basic mental differences between members of local ethnic communities and universal model of the Russian military personnel's aggressive behavior functioning as representatives and instrument of Imperial policy.

Keywords: Right-Bank Ukraine, population, the Russian army, social relations.

Постановка наукової проблеми та її значення. Практика використання державою збройних сил проти власного народу далеко не нова, тому можна легко знайти приклади протягом усієї державницької історії людства майже у всіх куточках світу на різних континентах. Такий досвід відомий ще з існування перших держав епохи Стародавнього світу: наприклад, повстання під проводом Спартака (73-71 рр. до н. е.) у Римській республіці, «Жовтих пов'язок» (184-204 рр.) у Китаї; в період Середньовіччя, Жакерія у Франції (1358 р.), українська національно-визвольна революція під проводом Б. Хмельницького (1648-1667 рр.) у Речі Посполитій, повстання Степана Разіна (1670-1671 рр.) у Московії та низка інших. Такі потужні виступи, як пра-

вило, розпочиналися з невеликих акцій невдоволення соціальними чи економічними реаліями, а коли держава відмовлялася виконувати вимоги протестуючих, вони переростали у повстання.

Небезпека виникнення таких конфліктів ґрунтувалася на протиріччях між державною політикою цілеспрямованого і послідовного утвердження авторитарного чи тоталітарного суспільно-політичного режиму та непокорюю і подальшим спротивом населення певним владним нововведенням чи реформам. Наприклад, за радянських часів марксистсько-ленінська теорія переконувала, що «(...) подібні реалії ставали продуктом розвитку антагоністичних формацій, і не було в історії такого класового суспільства, яке б не знало соціальних чи збройних виступів проти влади» [19, с. 343].

Не був виключенням період кінця XVIII ст., коли з'явилася зручна можливість у країн-агресорів знищити одну з європейських держав – Річ Посполиту. Розвиток дипломатичної ситуації на шляху до її другого поділу, за розумінням імператриці Катерини II, не обіцяв спокійного життя окупантам на новоанексованих територіях. Чітко окресливши ситуацію та майбутніх ворогів російського державного ладу, вона одразу ж передала всю повноту як військової, так і цивільної влади до рук своїх генералів [16, л. 1-2]. «Пруссія першою ввела свої війська на територію Польщі, що змушує нас вжити відповідних заходів для користі імперії, тим більше, що нас на це спонукає теперішній стан справ у Європі, а особливо незгода і розбрат, який панує поміж самих поляків, розпалюваний прусською і французько-якобінською фракціями, партизанами колишньої конституції 3 травня і незадоволеними конфедерацією Тарговицькою, які повстають проти всього, щоб ми не ухвалили для спокою республіки Польської», – йшлося в одному з її рескриптів [13, с. 410-412]

Придушення і вгамування вірогідного невдоволення соціальних спільнот насильницькими змінами кордонів у Східній Європі, зокрема, на підросійській частині, планувалося за активної допомоги регулярної військової сили. Водночас, створення образу ворога в очах російських солдат мало послужити надійним мотиватором на випадок протидії збройним чи протестним виступам мешканців Правобережної України на шляху всебічного утвердження російського самодержавства.

Аналіз останніх публікацій із цієї проблеми. Соціальні взаємовідносини імперського періоду кінця XVIII – XIX ст. були і залишаються одним з пріоритетних напрямків дослідження сучасних українських істориків. Регіональний принцип студіювань із цієї тематики свідчить про багатогранність та поліетнічність тодішнього населення України, а окремі регіони – як майже самостійні конгломерати зі своїми специфічними напрямками розвитку та існування. З останніх наукових робіт, присвячених історії соціальних спільнот на території тодішнього Південно-Західного краю, їх взаємовідносинам та ролі в економічних і політичних процесах, варто виокремити дослідження О. Карліної [9], присвячені соціальній структурі населення міст і містечок; М. Гримич [3] – вивчення звичаїв і культури українців щодо приватної власності; В. Маслійчука [11] з розвідками проблематики «свого» і «чужого» та народжених на цьому ґрунті конфліктних ситуацій в суспільстві.

Метою статті стало виявлення причин загострення соціальних протиріч у регіоні з кінця XVIII століття; з'ясування ступеню потужності впливу російського мілітарного фактора на основні етноси, що проживали на той час, та окреслення подальших перспективних змін у структурі суспільства протягом XIX ст.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Відомо, що регулярним частинам російської армії на початковому етапі формування адміністративної системи

управління на Правобережній Україні відводилися, окрім їх основного призначення, ще й поліцейські та спеціальні функції. Це цілком співпадало з поширеною на той час військовою доктриною, яка передбачала постійний рух армійських підрозділів. Він був двох видів. Перший: «внутрішній», під час квартирування у населеному пункті, передбачав крім щоденної муштри у вигляді стройової підготовки, вправ з рушницею та локальних літніх маневрів, взаємодію командування з представниками місцевої влади та поліції з метою постійного контролю соціального градусу і підтримання «тиші і спокою»; другий – «зовнішній», періодична передислокація полків з усім майном, передбачала, крім суто військових міркувань, їх присутність у тій чи іншій частині губернії з метою запобігання можливим виступам чи бунтам, на підставі інформації поліційних чи жандармських органів. В окремих випадках вони могли діяти самостійно, виходячи з реалій певної ситуації та масштабів акцій непокори.

Разом з тим, простежуються певні закономірності таких пересувань. Наприклад, в разі загострення соціальної ситуації у Волинській губернії, через малонаселеність частини повітів, лісову місцевість, великі відстані та відсутність шляхів, контролювати порядок туди відправляли кавалерійські чи козацькі полки. У великих губернських і повітових містах Київщини і Поділля дислокувалися переважно піхотні частини, біля лісових масивів чи гаїв – егерські підрозділи, в фортецях та інших укріпленнях – артилерія. Звичайно, притримуватися таких мілітарних конфігурацій вдавалося не завжди, через ситуативні причини, як-то зміни чисельності полків і з'єднань, стан продовольчого і фуражного забезпечення, місткість житлового фонду. Однак, військові губернатори потенційно мали на увазі потребу у використанні військ на території своїх губерній, і як довела подальша практика, не вагаючись користувалися своїми повноваженнями заради встановлення порядку.

Чому російська армія стала таким ефективним і зручним інструментом в руках самодержавства? Однією з головних причин була ментальна різниця між росіянами, поляками і українцями.

Для російського солдата, поляк з перших років анексії Правобережної України став підкореним, але потенційно небезпечним ворогом, і ставлення до нього було відповідним. Тим більше, що нагнітання ненависті росіян до поляків, формування офіційної заангажованої думки виходило з самого верху. Катерина II ще у грудні 1792 року писала послу в Речі Посполитій Я. Сіверсу: «Ми переконані щодо непостійності й легкокованості цього народу, про доведену його злобу та ненависть до всього нашого, а особливо їх схильності до розбещеності і збоченості французької, ми в ньому ніколи не будемо мати спокійного і безпечного сусіда, якщо не зробимо їх безсилими і немічними» [6, с. 71]. Подібні настрої протягом останніх років XVIII ст. цілеспрямовано вкорінювалися в тодішньому російському суспільстві та армії. В армійському середовищі їх спочатку підхопили генерали та

офіцери, а потім вони поширилися й серед рядових солдат.

Надалі ворожість місцевої шляхти на анексованих землях та революційні події в Європі у 1794 році тільки розпалювали прагнення до зведення рахунків і помсти в російських військовослужбовців. «Пекельна революція безбожних Французів і сюди проникла. Польща запалала! Усе повстало в ній, взялося до зброї, і навіть за коси. Потрібно було бачити і чути, як наші багатирі-воїни образилися. Солдати говорили: «Поляки, як розбійники, уночі вирізали наших! Ну, то пора їх врозумити! Пора нашій Матінці Цариці закінчити свою до них милість!» – із захопленням писав свідок тих подій. Офіцери підігривали войовничі настрої серед своїх підлеглих і розповідали їм «(...) про безглузді конфедерації Поляків; про варварські люті вчинки з Малоросіянами й Українцями і навіть із нашими. Чого вони хочуть – говорили Офіцери – ця юрба бритоголових, неспокійних і безглузких? Вольності і самостійності? Так вони і так собі на лихо вільні та не підлеглі! Навіть занадто вільні! Короля не слухають, законів не виконують, старшинам не коряться, усякий вельможа вважає себе вищим за свого Короля, усяка дрібна сошка зі Шляхти хоче бути Генералом, і не інакше дозволяє себе називати, як – пан поручник, альбо пан хорунжий, рідко пан вахмістр, хоча не більше трьох місяців був у військах Речі Посполитої, або у військах народо-вих, простим шеренговим. Пора! Настав час покарати їх! І Бог дасть, заплатимо їм за кров наших, за колишнє, за старе, за давнє!» – свідчив один з офіцерів, пригадуючи той час [8, с. 61]. Ось ще одна характеристика від російського чиновника, про-ни-зана ненавистю і зневагою: «Коли поляк щасливий, то він гордий, пихатий та неприступний, а коли в нього нещастя – то тихий, підлий та улесливий. Ні багатство, ні високий чин, ні стрічки на плечах, ні зірки на грудях не можуть замінити запаморочення та порожнє серце». Саме так, на думку автора, виглядав польський патріотизм та ставлення до росіян на Волині. У відповідь, серед поляків наростав спротив, що вилилося у майже відкриту демонстрацію своєї незалежності, як-то носіння каблучок-талісманів з надписом: «Dopoki swiat stoi swiatem, polak guskomu nie bedzie bratem» [12, с. 136; 138].

Такі настрої породжували в російських солдат агресивне ставлення до більшості місцевого населення. Священик Кривошеїн періодично дописував у своїх рапортах і повідомленнях про події 1794 року до Київської духовної дікастерії та Мінської духовної консисторії. Зображуючи хід придушення повстання, він зазначав жорсткість, а іноді й жорстокість російських солдат: «Що не по-їхньому – одразу ж багнетом чи шаблею погрожували, та лялялися на людей (...)» [4, арк. 1-9]. Починаючи з повної ліквідації повстання 1794 року під проводом Т. Костюшка, ставлення до поляків з боку російської армії характеризувалося ненавистю, замішаною на побоюванні їх патріотизму та войовничості.

Щодо українського селянина, то його російські солдати хоча й вважали його одновірцем, і як

виголошувалося в офіційних маніфестах «(...) звільненим і приєднаним в єдину душу і тіло з Російською імперією», за що він – на їх думку – мав бути безмежно вдячним, але, невідомо чому, був якимось незрозумілим, нещирим та не остаточно відданим. Все це, безперечно, впливало на ставлення та стосунки між підкореними та завойовниками. Особливо це було відчутно там, де перебували армійські полки, укомплектовані вихідцями суто з внутрішніх російських губерній, і до них ще не потрапили рекрути з місцевого населення. Тому російський військовик спочатку часто сприймав українського селянина як джерело постачання їжі, фуражу та іншого провіанту, його житло і господарство – як об'єкти тимчасового проживання й зберігання військового майна. Це поступово породжувало зверхність та зневагу, яка наштовхувалася спочатку на глухий опір, а іноді й на відкриті виступи проти свавілля. Однак, згодом до усіх, в тому числі й найбільш темних і реакційних російських солдат, стали доходити оповідання про славнозвісну Коліївщину, події 60-х рр. XVIII ст. на Правобережній Україні, Залізняка і Гонту, про завзятість українців, їх вольності та козацькі традиції. Періодично генералам у своїх наказах по арміях чи корпусках доводилося, погрожуючи покаранням, застерігати підлеглих утриматися від протиправних дій стосовно місцевого українського населення, які ставали особливо поширеними і систематичними під час пересування військ, армійських маневрів та оглядів [17, л. 18].

Ще на початку XX ст. українські історики зацікавилися цією тематикою й почали збирати релевантні свідчення та відомості. Наприклад, історик В. Січинський посилається на спогади європейських мандрівників, які відвідували Україну саме у першій половині XIX ст. Так, на велику різницю між росіянами й українцями вказує А. Левшин у своїх «Уривках з листів про Малоросію» (1816 р.): «Я мушу сказати про ненависть українців до великоросіян... Ти легко можеш тут в тому перекона-тися, бо часто почуєш, як вони говорять: «Добрий чоловік – але москаль». Матері лякають своїх дітей словами «москаль». Відомий географ данського походження Мальт-Брюн писав у своїй праці «Tableau sie la Pologne», виданій у Парижі в 1807 р.: «Українці – це нащадки Київської Русі. Селяни на Україні ошадніші, ніж московські: вони не пустошать у хижацький спосіб своїх лісів. Будинки українських селян гарні й міцні, ніхто з них не носить лаптів, як на Московщині. Вони кременніші й більше освічені, ніж селяни, наприклад, Литви (...). Українці вельми інтелігентні, вільнолюбний дух почувується в їх зверхньому вигляді» [18, с. 93-94].

Інший мандрівник, Й. Коль, у своїх спогадах не раз торкається взаємовідносин українців з росіянами, вказуючи на різницю між ними, та підкреслює культурну вищість українців. «Відраза Українців до Москалів, їхніх гнобителів, є така велика, що це можна назвати ненавистю. Ця ненависть радше зростає, аніж слабшає. Також Українці не симпатизують Полякам. Найгіршим словом, яким таврує Українець Поляка, є «безтолковий Поляк», тоді як

Москаль в уяві Українця завжди «проклятий». Автор помічає і потрактовує їх ставлення до існуючого державного ладу. «Українці дуже погані російські патріоти. Властиві Москалям любов і обожнювання царя є для Українців цілковито чужий і незрозумілі. Українці слухають царя, бо інакше не можуть, але його владу вважають чужою і примусовою...». Далі Коль пише: «Нема найменшого сумніву, що колись велетенське тіло Російської імперії розпадеться й Україна стане знову вільною і незалежною державою. Час цей наближається поволі, але неухильно. Українці є нація з власною мовою, культурою та історичною традицією» [15, с. 288].

Історик Д. Дорошено у своїй праці зазначає: «Опозиційні настрої щодо російської влади панували серед українського дворянства першої чверті XIX ст. Ця опозиційність мала своїм джерелом передовсім незадоволення російським урядом, який не хотів визнати за українською шляхтою дворянських прав у повнім об'ємі». Один російський генерал, який служив на Україні, оповідав у своїх споминах, що все тодішнє дворянство в Україні було перейняте «ненавистю» до Росії. Причини цієї ненависті він бачив у «порушенні прав України», у великих податках, у поганій економічній політиці уряду, яка вела до загального зубожіння, і в поганому стані судочинства» [5, с. 180].

Такі суспільно-політичні реалії стали приводом до того, що підрозділи російської армії на Правобережній Україні та Царстві Польському відчували себе ніби на окупованій ворожій території, схожій з Кавказом, де постійно потрібно було бути напоготові до раптових нападів чи бунтів. Безперечно, це накладало певний відбиток на сам факт перебування збройних сил імперії в регіоні, особливо у перші два десятиріччя XIX ст. коли процеси інкорпорації тільки набирали обертів, а патріотичні настрої українців і поляків були достатньо сильними.

Зважаючи на слабкість поліції в правобережних губерніях, а точніше, майже повну її відсутність на початку XIX ст., цивільна губернська адміністрація майже одразу ж домоглася дозволу на використання окремих військових підрозділів у своїх цілях. Часто в обіговій бюрократичній документації як військових, так і цивільних установ губернського і повітового рівня можна зустріти термін «військової команди». Тобто, йшла мова про невеликі підрозділи, створені для виконання локальних чи спеціальних завдань, у даному випадку в межах компетенції влади повітового, а іноді й губернського рівня для встановлення порядку і законності в населених пунктах чи територіях [1, с. 60]. Відповідно, часто використовувалося поняття «відрядження» («командировка» – російською), яке відображало сам зміст дії, тобто «відрядження команди за військовою необхідністю для виконання певного завдання» [2, с. 308]. Такі підрозділи могли формуватися в межах однієї частини з одного роду військ, наприклад, піхоти, чи при потребі складатися з піхотинців, кавалерії, жандармів, іноді гармашів чи саперів. Тобто, визначення кількості і складу таких команд належало командирам полків

чи батальйонів, виходячи з прохань місцевої поліції чи поміщиків та залежно від міри загострення ситуації.

Історія використання армії в якості інструмента придушення народних виступів починається з перших років XIX ст. У 1802 р. малоросійський генерал-губернатор О. Куракін звертався до київського військового губернатора А. Феньша з проханням дозволити використовувати в екстрених випадках війська Київської інспекції без попередньої згоди на це інспектора та без бюрократичної тяганини. Спираючись на указ Урядового Сенату, О. Куракін започаткував застосування армії в якості поліційної сили. Потім ця практика поширювалася в усіх губерніях на Правобережжі, що було закріплено на законодавчому рівні: «Імператор звелів з термінових справ не питати дозволу в Інспекторів, а до самих полків звертатися у разі негайної необхідності про допомогу, а тільки потім ставити до відома Інспекторів» [20, арк. 4]

Причиною таких реорганізацій стали селянські виступи у першій половині XIX ст., які не тільки розпочинаються, а й стають щоразу частішими і набувають гостріших форм. Були випадки, коли повставали одразу десятки сіл. Упродовж першого десятиріччя століття вибухали виступи у сусідніх регіонах, як-от на Південній Україні через створення військових поселень, на Слобідській і Лівобережній частинах – через важке соціально-економічне становище, але найбільшої потужності вони досягали саме на Правобережжі. Відбулася змова та суспільний договір між російською владою та місцевими поміщиками, за яким змінилося пропорційне співвідношення економічних і політичних прагнень цих соціальних груп. Їхнім спільним ворогом стало українське селянство, як носій автономності, найбільший за кількістю на ту пору, і одночасно, пригноблений етнос.

Переважно деспотичне ставлення польських поміщиків до своїх кріпаків було однією з головних причин виступів. Зі свого боку, ті самі поміщики й орендарі розраховували на допомогу російської держави у справі придушення хвилювань селян через швидке залучення і застосування військової сили для їх угамування. Випадки відмови командирів полків чи батальйонів надсилати команди за вимогами губернаторів чи земської поліції потрактовувалися вищим військовим начальством у Києві чи Петербурзі як ледь не умисна злочинна недбалість [14, с. 486]. Тобто, соціальні вибухи відносилися владою до категорії загрози безпеці держави, тому періодично додатковими розпорядженнями вона нагадувала про важливість їх придушення через виконання наказів місцевого начальства.

Царський уряд не тільки не вживав ніяких заходів для покращення соціально-економічного та правового становища правобережного міського населення і селянства, а й залишив селян під владою польських поміщиків зовсім безправними. «Кріпак – це особа, яка стояла поза законом, – писав поміщик-ліберал А. Солтиковський, – били кріпаків пани і пані, шмагали їх управителі й поліція, карали

за злочини і незначні провини, сікли за вироком суду і без всякого суду» [10, с. 155]. Інший поміщик записав спогади мешканця містечка Рахманова Волинської губернії, сторічного діда Івана Добротвора: «За Польщі такої панщини не було, а як на-стала Росія, то дуже тяжка панщина стала. Як відмовлялися її відробляти, то пани прикликали російське начальство і військо, а ті стали нам дрібного бобу сипати (шмагати – А.С.) та панів заставляли слухати» [7, с. 167].

У процесі інкорпорації Правобережної України до складу Російської імперії на початку XIX ст. поступово змінювалися політичні, економічні та соціальні реалії краю. Як і в будь-якій державі того часу з самодержавною формою правління, майже безправні соціальні прошарки відчували на собі потужний гніт польських землевласників-експлуаторів, що користувалися широкою підтримкою російських силових відомств, покликаних захищати їх інтереси, незважаючи на різну ментальність, світогляд та релігійні переконання. Коли мова йшла про безпеку власного майна та існуючого державного ладу, на перший план виходила класова солідарність.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Вивчені й проаналізовані історичні відомості дозволяють зробити певні висновки. По-перше, сам факт російської військової присутності на Правобережній Україні та Царстві Польському передбачав вищим командуванням та владою у Петербурзі не тільки можливість участі військ у зовнішніх збройних конфліктах, а й вірогідне їх використання для придушення виступів усередині держави; по-друге, насильницьке втручання у соціальне середовище краю, і як наслідок – утворення на початку XIX ст. великого соціального трикутника – призвело до змін у соціальній структурі суспільства; по-третє – українське селянство і частина мешканців міст та містечок стали об'єктами жорсткої і насильницької експлуатації з боку панівних верств при допомозі за підтримки російської армії.

Література

1. Военная энциклопедия. [под ред. К. И. Величко]. Том XIII. Кобленц-Круз. – СПб. : 1913. – 365 с.
2. Военный энциклопедический лексикон. Издание второе. Том VII. – СПб. : 1855. – 711 с.
3. *Гримич М.* Інститут власності у звичаєво-правовій культурі українців XIX – початку XX ст. / М. Гримич. – К. : 2004. – 588 с.
4. Державний архів Черкаської області (ДАЧО). ф. 660, оп. 1, спр. 62, арк. 1-9.
5. *Дорошенко Д.* Нарис історії України в 2-х томах. Том II (Від половини XVII століття) / Д. Дорошенко. – К. : 1992. – 349 с.

6. Западные окраины Российской империи. [научн. ред. М. Долбилов, А. Миллер]. – М. : 2006. – 608 с.

7. *И.О. Вольнская* бывальщина / И. О. // Киевская старина. Год третий. Том VIII. январь 1884. – К. : 1884. – 886 с.

8. Из записок современника. О Пинской бригаде польских войск. Частичка из действий О. Суворова-Рымникого в 1794 году // Московитянин. – Январь 1842. – № 2. – С. 4.

9. *Карліна О.* Соціальна структура населення міст і містечок Волинської губернії наприкінці XVIII століття / О. Карліна // СОЦІУМ. Альманах соціальної історії / [гол. ред. В. Смолий]. НАН України. Інститут історії України, Центр соціальної історії. – Вип. 10. – К. : 2013. – 301 с.

10. *Крижановська О.* Держава й церква в уявленнях селян Правобережної України доби скасування кріпосного права / О. Крижановська // Проблеми історії України XIX – початку XX ст. – Вип. XII. – К. : 2006. – 281 с.

11. *Маслійчук В.* Розправа над військовополоненими-мусульманами у Валках 1812 р. : видимі та приховані механізми конфлікту початку XIX ст. / В. Маслійчук // Соціум : Альманах соціальної історії. – Вип. 3. – К. : 2003. – 293 с.

12. *Опытов М.* Вольнская революция первой четверти XIX столетия (Письма надворного советника Опытова к графине Старожиловой) / М. Опытов // Киевская старина. Год второй. Том V. Январь-апрель 1883. – К. : 1883. – 974 с.

13. Полное собрание законов Российской империи (ПСЗ), Собр. 1. – Т. XXIII. – СПб. : 1830. – № 17108.

14. ПСЗ, Собр. 1. – Т XXXI. – СПб. : 1830 – № 24463.

15. *Полонська-Василенко Н.* Історія України : У 2 т. Т. 2. Від середини XVII століття до 1923 року. – 3-те вид. / Н. Полонська-Василенко. – К. : 1995. – 608 с.

16. Российский государственный архив древних актов (РГАДА), ф. 1261, оп. 1, д. 1300, л. 1-2.

17. Российский государственный военно-исторический архив (РГВИА), ф. 103, оп. 2, д. 1а, л. 18.

18. *Січинський В.* Чужинці про Україну / В. Січинський. – Авґсбург : 1946. – 118 с.

19. Советская военная энциклопедия. [главн. ред. Н. В. Огарков]. Том 2. Вавилон – Гражданская. – М. : 1979. – 639 с.

20. Центральний державний історичний архів м. Київ (ЦДІАУК), ф. 553, оп. 1, спр. 70, арк. 2-3.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 613.6:622.25-057.2

Безвербний П.С.

старший викладач кафедри медицини праці, психофізіології та медичної екології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика

Палійчук С.П.

старший науковий співробітник ДУ " Інститут медицини праці НАМН"

ОСОБЛИВОСТІ ХАРАКТЕРУ ТА УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ УКРАЇНИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТАН ЇХ ЗДОРОВ'Я.

Резюме. *Висвітлені основні шкідливі фактори, які впливають на здоров'я шахтарів в Україні, підкреслено недоліки в організації праці в видобувній енергетичній галузі, рівень та структура професійної патології в Україні, зокрема рангові місця галузі та захворювань, пов'язаних з видобувною енергетичною галуззю. Проведений аналіз літературних джерел свідчить про зв'язок порушення когнітивної діяльності з хронічними бронхолегеневими захворюваннями. Привернута увага до "людського фактору", як основного в переліку причин підвищення травматизму та смертності серед працюючих вугільних шахт, у зв'язку з чим розробка психофізіологічних критеріїв відповідності професійної діяльності вважається доцільною актуальною проблемою сучасності.*

Ключові слова: *працівники вугільних шахт, когнітивні розлади, легенева недостатність, професійна патологія, надійність діяльності, психофізіологічні критерії.*

Резюме. *Освещены основные вредные факторы, влияющие на здоровье шахтеров в Украине, выделены недостатки в организации труда в добывающей энергетической отрасли, показаны уровень и структура профессиональной патологии в Украине, в частности ранговые места отрасли и заболеваемости, которые связаны с добывающей энергетической отраслью. Проведенный анализ литературных источников свидетельствует о связи нарушенной когнитивной деятельности с хроническими бронхолегочными заболеваниями. Подчеркнуто основное значение "человеческого фактора" как основного в перечне причин повышения травматизма и смертности среди работающих угольных шахт, в связи с чем разработка психофизиологических критериев соответствия профессиональной деятельности специалиста считается актуальной проблемой современности.*

Ключевые слова: *работники угольных шахт, когнитивные нарушения, легочная недостаточность, профессиональная патология, надежность деятельности, психофизиологические критерии.*

Summary. *The major adverse factors affecting the health of miners in Ukraine are highlighted, the lacks in the organization of work in the mining energy industry are also highlighted, the level and structure of occupational diseases in Ukraine are shown, in particular, rank and branch locations of disease that are associated with the extractive energy industry. The analysis of literature indicates impaired cognitive performance due to chronic bronchopulmonary diseases. Article emphasizes the basic importance of the "human factor" as the main reasons for the increase in the list of injuries and fatalities among coal mines workers, and therefore the development of criteria of psycho-physiological eligibility of professional activity of a specialist is considered an urgent problem of our time.*

Keywords: *coal mine workers, cognitive disorders, pulmonary insufficiency, professional pathology, the reliability of activity, physiological criteria.*

Гірничо-геологічні умови, в яких функціонує вугільна промисловість України, є одним з найбільш складним у світі. Головний фактор, який зумовлює складність умов видобутку вугілля в Україні – це велика глибина розробок (в середньому 600-1000 м і глибше) і мала вуглецевість пластів, що ще більше ускладнює роботу шахтарів з видобутку вугілля, оскільки збільшується кількість породи на одиницю видобутку вугілля.

У вуглевидобувній промисловості України 89% шахт газові, 60% - небезпечні за вибуховістю вугільного пилу, 45,2% - шкідливі за газодинамічними явищами, 22,6% - по самозапаленню вугілля [11].

Гірничо-геологічні умови з поглибленням і розширенням шахти ускладнюються, а умови

праці, відповідно, погіршуються. Технічний і технологічний прогрес може пом'якшити вплив цього фактора, але не усунути повністю, тим паче в нинішніх умовах економіки України. В результаті гігієнічних досліджень встановлено, що трудова діяльність підземних працівників проходить в умовах інтенсивного поєднання впливу рудничного пилу, шуму і вібрації, високої відносної вологості повітря, підвищеного атмосферного тиску, дефіциту ультрафіолетового випромінювання, низької освітленості, важкої фізичної праці [4].

Утворення і виділення в шахтну атмосферу великої кількості пилу відбувається на протязі всієї зміни, переважно в очисних і підготовчих заботах при різноманітних виробничих процесах, пов'яза-

них з відбиванням і транспортуванням вугілля, бурінням, вибуховими роботами, а також з прибиранням породи та вугілля [4].

Шум і вібрація разом з шахтним пилом, є провідними негативними професійними факторами, впливу яких зазнають в основному прохідники і забійники. Технічні засоби (вібропоглиначі пристрої, пневмопідтримки і т.ін. зменшують шкідливий вплив на організм гірників, але повністю його не виключають. Окрім того, в підготовчих забоях вони не завжди застосовуються, а на відбійних молотках такі засоби не застосовуються. Особливо це стосується оцінки умов праці і стану здоров'я забійників і прохідників, зайнятих на крутих пластах [4].

Характерною особливістю шахтного середовища є мікроклімат: температура повітря на глибоких горизонтах (740 м) практично не залежить від пори року і коливається на рівні 21-26⁰ С, відносна вологість повітря до 85-95 %, швидкість руху повітря по мірі віддалення від рудного двору до забойів знижується від 3,6 до 0,8 м/с, барометричний тиск підвищується до 820-830 мм. рт. ст. [4].

Якщо в 70-80 роки минулого століття відмічалось деяке покращення умов праці шахтарів (запиленість повітря в підготовчих забоях була знижена в 4-8 раз, дещо знизився рівень пилового забруднення і в очисних забоях), майже на 100% працюючі були забезпечені засобами індивідуального захисту органів дихання, з 1963 року респіраторами були забезпечені всі гірники, мало місце зниження професійної захворюваності гірників пневмоконіозами, причому в більшій мірі серед прохідників в порівнянні з забійниками [4], то за даними останніх досліджень [1,10] умови праці за пиловим фактором в шахтах України залишаються незадовільними концентрації шахтного пилу

(48,8±0,55 мг/м³) перевищують ГДК у 96,3% відібраних проб повітря робочої зони шахтарів, досягаючи 97,4% на процесах видобутку. Концентрації респірабельної фракції пилу перевищують нормативні значення в 74,4% проб. Перевищення ГДК кварцу відмічається в 36,6% проб, причому ці показники на ділянках видобутку (33,3%) та прохідницьких (39,5%) майже не відрізнялись [1]. Дані досліджень свідчать про значно небезпечніші умови праці з точки зору пилового навантаження на шахтах України порівняно з розвиненими країнами [10]. На шахтах Луганської області за останніми даними запиленість повітря робочої зони при різних операціях становить від 41,7 мг/м³ при прибиранні породи до 144,5 мг/м³ при видобутку вугілля., на окремих підприємствах (ДП «Луганськвугілля» 86,7-451,5 мг/м³, ДП «Ровенькиантрацит» 33,4-230,7 мг/м³) [8]. Також за період 2005-2009 років за даними Держкомстату України кількість працюючих в основних галузях економіки в умовах, що не відповідають санітарним нормам, складає 27,4% від облікової кількості штатних працівників, кожен четвертий працює в умовах дії шкідливих виробничих факторів, рівні яких перевищують граничнодопустимі. Найгірші умови праці у видобувній промисловості (вугільна) – 35,5% та обробній (хімічна, металургійна, машинобудування) – 29,3% [5].

Встановлено, що в більшості випадків на робочих місцях (більше 90,0%) рівні шкідливих факторів значно перевищували допустимі, у тому числі в 31,3% випадків – від 10 до 100 разів, у 7,3% – більше ніж у 100 разів [5].

Характеристика стану професійної захворюваності працівників в Україні має особливості щодо її рівнів та розподілу потерпілих за галузями економіки. Наведені в таблиці 1 дані свідчать про найбільшу кількість профзахворювань у вугільній промисловості [5].

Таблиця 1.
Динаміка професійної захворюваності в Україні за основними галузями виробництва (2005-2009 рр.)

Галузі	2005		2006		2007		2008		2009	
	Кільк. випад.	Питома вага	Кільк. випад.	Питома вага	Кільк. випад.	Питома вага	Кільк. випад.	Питома вага	Кільк. випад.	Питома вага
Всього в Україні	5962	100,0	6196	100,0	5940	100,0	6700	100,0	5972	100,0
Вугільна	4437	74,4	4833	77,9	4665	78,5	4641	69,3	4424	74,1
Металургійна	355	5,9	478	6,9	459	7,7	67	1,0	315	5,3
Машинобудування	251	4,3	289	4,6	336	5,7	356	5,3	324	5,4
Хімічна	8	0,2	23	0,3	11	0,2	13	0,2	11	0,2
Легка	188	3,2	100	1,6	24	0,4	25	0,4	20	0,3
Інші галузі	619	10,3	382	6,2	365	6,2	1512	22,5	807	13,5

Особливість регіонального розподілу потерпілих працівників (табл.2) зумовлена структурою господарського комплексу – зосередженням основної кількості випадків професійних захворювань у великих гірничовидобувних промислових областях. Найбільша кількість випадків зареєстрована в Донецькій, Дніпропетровській, Луганській та Львівській областях [5].

При аналізі рівнів професійної захворюваності на 10000 працюючих по регіонах встановлено, що найбільш високі її рівні мають місце в Донецькій, Дніпропетровській, Луганській, Львівській, Волинській та Кіровоградській областях. Якщо загальний рівень професійної захворюваності по Україні в цілому складає 4,6-5,2 на 10000 працюючих, то у Донецькій області він становив 8,1-11,00, Луганській – 9,5-11,5, Дніпропетровській – 5,1-6,3,

Львівській – 5,1-5,8. У інших областях ці показники нижчі за середній по Україні та, в основному, не перевищували одиниці [5].

Розподіл випадків професійних захворювань за основними формами патології (таблиця 3) свід-

чить, що найбільша їх кількість припадає на захворювання органів дихання (пневмококіоз та хронічний бронхіт, з переважно більшістю бронхіту), питома вага яких складає 60-65% від щорічно зареєстрованих професійних захворювань. Наступне місце посідають хвороби опорно-рухового апарату – 20-25% випадків.

Таблиця 2

Розподіл випадків професійних захворювань по областях України у 2005-2009 рр.

Області	2005		2006		2007		2008		2009	
	Кількість випадків	Рівень на 10000 прац.	Кількість випадків	Рівень на 10000 прац.	Кількість випадків	Рівень на 10000 прац.	Кількість випадків	Рівень на 10000 прац.	Кількість випадків	Рівень на 10000 прац.
Всього в Україні	5962	4,6	6196	4,8	5940	4,6	6700	5,2	5972	4,8
у тому числі:										
АР Крим	27	0,5	51	0,9	42	0,7	22	0,5	8	0,2
Вінницька	24	0,3	13	0,2	13	0,2	9	0,1	6	0,06
Волинська	116	2,6	99	2,2	106	2,4	202	4,6	158	3,6
Дніпропетровська	967	5,1	1042	5,5	1113	5,3	1228	5,7	1364	6,3
Донецька	2313	10,0	2548	11,0	2216	10,6	2428	10,9	1814	8,1
Житомирська	34	0,6	34	0,6	33	0,6	24	0,6	26	0,6
Закарпатська	3	0,06	2	0,04	1	0,06	2	0,04	-	-
Запорізька	53	0,6	47	0,5	37	0,4	47	0,5	40	0,5
Івано-Франківська	5	0,08	7	0,1	4	0,08	5	0,08	6	0,08
Київська	4	0,1	9	0,2	6	0,1	3	0,1	6	0,2
Кіровоградська	117	2,4	138	2,5	96	2,0	92	1,9	79	1,6
Львівська	588	5,1	678	5,8	655	5,5	650	5,5	668	5,6
Луганська	1160	10,6	1040	9,5	1133	9,8	1456	11,6	1324	11,5
Миколаївська	8	0,1	5	0,1	9	0,2	15	0,4	11	0,3
Одеська	3	0,03	1	0,01	13	0,1	9	0,1	5	0,06
Полтавська	8	0,03	12	0,1	11	0,1	12	0,1	4	0,04
Рівненська	9	0,08	9	0,08	13	0,1	9	0,08	3	0,03
Сумська	84	0,8	88	0,8	127	1,2	141	1,5	141	1,5
Тернопільська	185	7,4	108	4,3	20	0,8	27	0,9	18	0,6
Харківська	160	1,2	173	1,3	196	1,5	231	2,4	213	2,3
Херсонська	34	2,3	25	1,6	41	0,8	30	0,6	35	0,7
Хмельницька	5	0,05	9	0,09	4	0,05	3	0,04	4	0,03
Черкаська	35	0,4	27	0,3	21	0,3	28	0,3	23	0,3
Чернігівська	1	0,03	4	0,1	8	0,2	6	0,2	6	0,2
Чернівецька	-	-	2	0,06	1	0,03	2	0,06	-	-
м. Київ	17	0,1	24	0,1	16	0,08	18	0,08	9	0,04
м. Севастополь	2	0,1	1	0,05	2	0,1	1	0,05	1	0,05

На третьому місці вібраційно-шумова патологія. Частка вібраційної хвороби в останні роки становить 6-8% від загальної кількості професійних

хвороб. На долю нейро-сенсорної приглухуватості в різні роки припадає 4-6% випадків [5].

Таблиця 3.

Розподіл випадків професійних захворювань за основними формами патології у 2005-2009 роках.

Форми патології	Показники	2005	2006	2007	2008	2009
Всього в Україні	абс. кількість	5962	6196	5940	6700	5972
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
у тому числі:						
Пневмоконіоз	абс. кількість	1494	1506	1631	1902	1556
	%	25,2	24,3	27,5	28,4	26,0
Хронічний бронхіт	абс. кількість	1961	2026	2107	2438	2229
	%	32,9	32,7	35,5	36,4	37,2
Вібраційна хвороба	абс. кількість	515	507	352	413	378
	%	8,6	8,2	5,9	6,2	6,3
Нейросенсорна приглухуватість	абс. кількість	368	260	174	192	157
	%	6,2	4,2	2,9	2,9	2,6
Хвороби опорно-рухового апарату	абс. кількість	1295	1502	1352	1470	1415
	%	21,9	24,2	22,7	21,9	26,7
Хвороби. хімічної етіології	абс. кількість	100	140	118	65	107
	%	1,7	2,3	2,0	0,9	1,8

На жаль, керівники підприємств державної і недержавної форм власності недостатньо уваги приділяють питанню фінансування заходів промислової безпеки [9].

Так за даними рішення колегії Міністерства енергетики та вугільної промисловості в 2011 році на виконання заходів узагальненої «Комплексної програми підвищення охорони праці на підприємствах Міненерговугілля» заплановано використати з початку року 166,8 млн. грн., фактично використано – 108,7 млн. грн. (65 % від плану), що становить 2,1 % коштів, отриманих від реалізації продукції [9].

Більшість керівників державних підприємств та самостійних шахт порушують «Галузеву угоду між Мінвуглепромом, іншими державними органами, які діють у вугільній промисловості, і всеукраїнськими профспілками вугільної промисловості», якою передбачено обов'язкове виділення не менш 3 % від суми реалізації вугільної продукції на заходи, спрямовані на зниження виробничого травматизму, профілактичні роботи з запобігання нещасним випадкам, аварійним ситуаціям і аваріям. Забезпеченість шахт основними засобами індивідуального та колективного захисту (саморятівники, головні світильники, спецодяг, протипилові респіратори й фільтри до них, вогнегасники та ін.) є критичним [9].

На 01.05.2011 необхідна потреба шахт у *ізолюючих саморятівниках* становить 131,5 тис. од., є у наявності – 124,7 тис. од., забезпечено – 95 %. Найгірший стан у: ДП «Первомайськвугілля» – забезпеченість 74 %, ВАТ «Лисичанськвугілля» – забезпеченість 79 %, ДП «Макіїввугілля» – забезпеченість 90 %, ДП «Львіввугілля» – забезпеченість 83 % [2].

Необхідність шахт у *головних світильниках* становить 61,0 тис. од., наявні 107,8 тис., що перевищує 100 %, проте, водночас, є підприємства, де світильників бракує: ВАТ «Лисичанськвугілля», ДП «Донбасантрацит», ДП «ДВЕК» [9].

Забезпеченість *світильниками з сигналізатором метану*, в цілому на підприємствах Міненерговугілля становить 22 %, за потреби у 70,9 тис. од., наявні – 16,0 тис., бракує – 54,9 тис. Найгірше забезпечені ДП «Макіїввугілля», ДП «Луганськвугілля», ДП «ДВЕК».

На більшості державних підприємств та шахт не виконуються Галузеві норми безоплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників вугільної промисловості.

Наразі працівники державних підприємств Міненерговугілля забезпечені:

- на 83 % спецодягом (потреба – 114,6 тис. компл., фактична наявність – 73 тис. компл., не вистачає – 41,6 тис. компл.);

- на 56 % чоботами (потреба – 116,8 тис. пар, фактична наявність – 65,1 тис. пар, нестача – 51,7 тис.);

- на 83 % респіраторами протипиловими (потреба – 97,2 тис. од., фактична наявність – 80,9 тис. од., нестача – 16,3 тис. од.);

- на 71 % фільтрів до респіраторів (потреба – 1279 тис. од., фактична наявність – 906,8 тис. од., бракує – 372,5 тис. од.) (Рішення Колегії, 2011).

Непокоїть стан забезпечення засобами індивідуального захисту працівників на державних підприємствах:

- «Макіїввугілля» – забезпеченість спецодягом – 28 %, чоботами – 26 %, респіраторами протипиловими – 57 % та фільтрами до них – 40 %;

- «Луганськвугілля» - забезпеченість спецодягом становить 14 %, чоботами – 19 %, респіраторами протипиловими – 67 % та фільтрами до них – 37 %;

- «Антрацит» - забезпеченість спецодягом – 27 %, чоботами – 18 %, респіраторами протипиловими – 49 %;

- «Шахтарськантрацит» - забезпеченість спецодягом – 76 %, чоботами – 76 %, респіраторами протипиловими – 2 % та фільтрами до них – 60 %;

- «Лисичанськвугілля» - забезпеченість спецодягом – 78 %, чоботами – 76 %, респіраторами протипилловими – 45 % та фільтрами до них – 19 %;
- «Донбасантрацит» - забезпеченість спецодягом – 72 %, чоботами – 73 %, респіраторами протипилловими – 70 % та фільтрами до них – 32 % [9].

Також за даними звітів державної санітарно-епідеміологічної служби України «Про виконання санітарного законодавства, стан умов праці та професійної захворюваності працівників вугільної промисловості» за період 2008-2011 років засоби колективного захисту застосовуються вкрай недостатньо, зокрема застосування водяних завіс на 79%, туманоутворюючих завіс під час проведення вибухових робіт на 72%, попереднє зволоження вугілля у масиві на 24% [8].

Крім того, залишається проблема організації дієвого контролю за використанням працівниками засобів індивідуального захисту. Так, на всіх без виключення шахтах Донецької області органами держсанепідслужби зафіксовані факти роботи гірників в умовах підвищених концентрацій пилу у повітрі робочої зони без респіраторів, без використання антивібраційних рукавиць та засобів захисту органів слуху [8].

Такий стан справ на підприємствах вугільної промисловості, звичайно, не сприяє збереженню здоров'я працюючих. В умовах, що склались, провідну роль в припиненні дії шкідливих факторів на організм працюючих повинні відігравати періодичні медичні огляди. Однак, на протязі декількох років охоплення шахтарів періодичними медичними оглядами становить від 70% до 95% [8]. Питанню надання першої медичної допомоги санітарно-епідеміологічна служба достатньої уваги не приділяє (організація надання медичної допомоги не відносився до прямих обов'язків органів держсанепіднагляду), але за даними Донецької обласної СЕС підземні медичні пункти діють лише на п'яти шахтах із двохсот шестидесяти, на інших шахтах - розташовані в адміністративно-побутових корпусах, що унеможливує надання невідкладної медичної допомоги потерпілим [8].

Стан здоров'я людини, зокрема задовільний психофізіологічний статус працівників при виконанні робіт підвищеної небезпеки (саме такими є практично всі професії вугільної галузі), є важливою ланкою відповідності вимогам конкретної професійної діяльності в напружених та (або) небезпечних умовах, відповідним критерієм придатності до ефективного виконання небезпечних робіт (професійних обов'язків) [6].

Виробничі фактори, зокрема підвищена напруженість праці, інтоксикації, шум, пил, мікроклімат негативно впливають на організм людини. При цьому, як правило, страждає, також, центральна нервова система, як найбільш чутлива до дії шкідливих агентів, з наступним розвитком енцефалопатій, або когнітивних розладів, мультифакторного генезу [6].

Хронічна гіпоксемія при хронічних обструктивних захворюваннях легень (ХОЗЛ) має загальноновідомий і добре вивчений негативний вплив на пізнавальну здатність [12]. Систематичні дослідження нейропсихологічного функціонування при ХОЗЛ почалися у 1970-х роках, і спочатку показали нестачу у ступені перцептивно-моторного функціонування і простого моторного функціонування в учасників з гіпоксією при ХОЗЛ. Ці дані були розширені двома великими багаточисельними дослідженнями, проведеними у 1980-х роках. Дослідження нічної кисневої терапії (ДНКТ) і Дослідження дихання з переривчастим позитивним тиском (ДДПТ), які продемонстрували порушення в перцептуально-моторному, простому моторному, абстрагуванні, виконавчому функціонуванні, також у вербальному і невербальному навчання і здатності запам'ятовувати у хворих на ХОЗЛ. Дані цих досліджень були об'єднані для того, щоб більш ретельно вивчити взаємозв'язок між серйозністю гіпоксемії і нейропсихологічним функціонуванням у всіх 302 пацієнтів з ХОЗЛ з гіпоксією різного ступеня тяжкості. Когнітивна діяльність була порушена у пацієнтів з ХОЗЛ у цілому, при чому 42% об'єднаної вибірки демонструє нейропсихологічні порушення. Частина хворих з когнітивними порушеннями збільшується з ускладненням гіпоксемії, при чому 27% пацієнтів з помірною гіпоксією і 61% серйозно хворих на гіпоксію демонструють погіршення. Факторний аналіз проводили на 27 тестових вимірах, які використовуються в цих дослідженнях, отриманий результат має чотирифакторне рішення. Багатовимірний дисперсійний аналіз за факторами показав, що результативність трьох з чотирьох чинників знижується з ускладненням гіпоксемії. Чинниками, які уражаються, є перцепційне навчання та вирішення проблем, настороженість і психомоторна швидкість, та прості рухові навички. Не виявилось групових відмінностей стосовно чинника вимірювання вербального інтелекту. Численні регресивні аналізи показала, що гіпоксемія має помірне відношення до нейропсихологічного функціонування, і що змінні медичних і легеневих чинників не зробили вагомий внесок для прогнозування нейропсихологічних порушень. Протягом останнього десятиліття численні дослідження вивчили відомості про нейропсихологічні порушення, пов'язані з ХОЗЛ, та потенційні відносини між когнітивними функціями при ХОЗЛ та інших медичних або легеневих змінних [12].

Деякі дослідження прагнули охарактеризувати відомості нейропсихологічних порушень при ХОЗЛ і порівняти шаблон з моделями, які спостерігаються в інших захворюваннях, серед яких хвороба Альцгеймера (ХА) є найбільш поширеною [13]. Антонеллі Інгалзі і його колеги провели дискримінантний аналіз когнітивних профілів учасників з ХОЗЛ, ХА і без яких-небудь відомих когнітивних розладів (у літніх осіб). Серед учасників з ХОЗЛ 48,5% мали певний когнітивний профіль, з порушеннями у вербальній функції і вербальній пам'яті, дифузний спад у інших когнітивних функціях і зоровій увазі. Відносно однакова кількість решти

пацієнтів з ХОЗЛ була віднесена до кожної з інших груп. Когнітивні порушення у хворих на ХОЗЛ не настільки серйозні, як описано у попередніх моделях, але всі учасники з ХОЗЛ, які брали участь у цьому дослідженні, були на кисневій терапії, яка могла поліпшувати або зменшувати розвиток деяких когнітивних порушень. Збільшення віку і тривалості хронічної дихальної недостатності знаходяться у співвідношенні з когнітивними порушеннями. У подальшому дослідженні Антонеллі Інкалзі та інші [13]. знову використовував дискримінантний аналіз для вивчення продуктивності пам'яті у пацієнтів з гіпоксією, хворих на ХОЗЛ, ХА, літніх здорових людей, і контрольної групи. Тільки 19% учасників з ХОЗЛ були віднесені до тих, які мають пам'ять, у той час як 38% показали унікальний шаблон пам'яті, 17% – з ХА, і 26% – літня контрольна група. Учасники з ХОЗЛ показали дефіцит пам'яті х порушеннями як у кодуванні, так і у одержанні вербальної інформації [12].

Висновки з досліджень по вивченню нейропсихологічних профілів хворих на ХОЗЛ без гіпоксії або з помірною гіпоксією були менш переконливими. Деякі автори порівнювали характеристики учасників з ХОЗЛ з помірною гіпоксією на кисневій терапії з ХА і літніми. Група з ХА показала значно гірші результати, ніж обидві інші групи з ХОЗЛ та контрольна протягом більшості нейропсихологічних вимірювань, також учасники і з ХА, і з ХОЗЛ мали гірші показники мовної швидкості у прочитанні написаних реплік, ніж контрольна група. Проте результати групи з ХОЗЛ за цими вимірюваннями не були в діапазоні клінічних порушень. Результати показали, що учасники з ХОЗЛ з помірною гіпоксією, які лікувалися за допомогою кисневої терапії та у кого не було неврологічної історії могли не проявляти когнітивні дефіцити. Такі дані певною мірою розходяться з висновками про нейропсихологічні порушення, зафіксованими на прикладах учасників з ХОЗЛ з помірною гіпоксією, яку не лікували, або з більш тяжкою гіпоксією в учасники з ХОЗЛ [13]. Антонеллі Інкалзі та ін. досліджували перфузію головного мозку в учасників з ХОЗЛ, які не мали гіпоксію, в учасників з ХОЗЛ з гіпоксією, в учасників з ХА, і здорових людей. В учасників з ХОЗЛ без гіпоксії була перфузія головного мозку, у той час як гіпоксичні учасники з ХОЗЛ продемонстрували проміжний рівень перфузії між рівнем в учасників ХОЗЛ без гіпоксії та учасників з ХА [13]. Гіпоксичні учасники з ХОЗЛ та ХА мали знижену перфузію в передніх областях, а учасники з ХА ще й мали знижену перфузію в асоціативних полях. Обидві групи учасників з ХОЗЛ без гіпоксії і гіпоксією показали кращі результати протягом нейропсихологічних тестувань, ніж учасники з ХА, але обидві групи показали результати нижче норми у вимірюваннях вербальної пам'яті, уваги, дедуктивного мислення. Автори висунули гіпотезу, що відмінності між учасниками ХОЗЛ з і без гіпоксії не виявилися, тому що гіпоксичні учасники не мають проявів серйозної гіперкапнії, яка може бути більш пов'язана з когнітивною дисфункцією [12].

На додаток до характеристики нейропсихологічного профілю, пов'язаного з ХОЗЛ, багато досліджень вивчали потенційні зв'язки між нейропсихологічним функціонуванням і легеневидами або іншими медичними змінними. У цілому результати були надійнішими в пацієнтів з більш розвинутою стадією захворювання або сильнішою гіпоксією, і спостерігалися потенційні зв'язки між когнітивним функціонуванням, рівнем насичення крові киснем і діоксидом вуглецю, та дієздатністю. Довільне дослідження 18 учасників з ХОЗЛ виявило, що комплексна увага, швидкість обробки інформації і пам'ять знаходяться у співвідношенні з рівнем діоксиду вуглецю і парціального тиску кисню. Коли учасників цього дослідження розділили на групи з помірною і важкою гіпоксією, то друга група продемонструвала гірше функціонування пам'яті і уваги. Нижча межа легеневого функціонування (% прогнозованої форсованої життєвої ємкості легень (ФЖЄ) і обсягу форсованого видиху за одну секунду (ОФВ 1)) і більш депресивні симптоми були передвісниками спаду упродовж 2-річного терміну на міні-іспиті психічного стану (МППС) на прикладі 40 учасників з ХОЗЛ, в той час як депресивні симптоми і продуктивність у повсякденному житті залишалися стабільними. Результати припустили, що більш тяжка хвороба легень і виникнення депресії є факторами ризику для когнітивних порушень при ХОЗЛ. Були знайдені значні взаємозв'язки між аеробною витривалістю, легеневидами функціонуванням, рівнем рухомого інтелекту, швидкістю обробки і оперативною пам'яттю на прикладі 98 учасників з ХОЗЛ, хоча висновки стосовно легеневої функції були нестійкими. Аеробна витривалість вважалася захисним фактором, який служить для зведення до мінімуму або уповільнення зниження когнітивних функцій. Знову ж таки, були об'єднані висновки з досліджень, що вивчають зв'язки між легеневидами і медичними змінними та нейропсихологічним функціонуванням на прикладах учасників з ХОЗЛ без гіпоксії [12].

Вугільна галузь вважається однією з найнебезпечніших. Щороку в українських шахтах на виробництві гинуть і травмуються десятки гірників. На питання про те, як цього уникнути, експерти часто розводять руками - вплинути на такий аспект, як людський фактор, дуже важко. Адже саме він є головною причиною такого високого рівня смертності у вугільній галузі [8].

За даними звіту Держгірпромнагляду України, у 2010 році по травматизму і смертності в економіці країни найнебезпечнішими професіями стали водії та шахтарі. Усього в минулому, 2010 році, в Україні під час роботи загинули 644 людини, із них - 120 водіїв, 114 шахтарів (11).

Найбільш поширена причина смерті, за даними Держгірпромнагляду, 70% - це неправильна організація праці, або, по-іншому, людський фактор. Потім ідуть технічні причини і погане самопочуття співробітників. У цілому ж, як показує статистика відомства, смертність на підприємствах

трохи зменшилася - у 2009 році від травм на виробництві загинуло 675 людей, і тоді в лідерах були шахтарі [11].

Як показала статистика, дотримання норм безпеки, на жаль, поки не стало нормою для більшості підприємств, де існує значна загроза здоров'ю і життю працівників. У 2010 році найбільше порушень законодавчих та нормативно-правових актів з питань охорони праці та промислової безпеки інспектори Держгірпромнагляду виявили у вугільній промисловості - виявлено більше півмільйона порушень [11].

Серед основних причин травматизму на виробництві - падіння гірників, а також обвали і обрушення. Крім того, часто шахтарі отримують травми, здійснюючи проїзд на стрічковому конвеєрі, не призначеному для перевезення людей. [11].

Характерною особливістю досліджень останніх років є практично повна відсутність офіційних об'єктивних даних щодо стану умов праці працюючого населення. Починаючи з 2012 року в Україні запроваджені урядові обмеження стосовно контрольних перевірок суб'єктів господарювання. В 2012 році вийшла низка постанов КМУ, які значно зменшують потребу і кратність проведення контрольних перевірок. Якщо раніше контролюючі органи приймали рішення щодо кратності, повноти проведення перевірок на підставі проведеного аналізу показників (стосовно органів держсанепіднагляду – основою для планування перевірок були аналіз захворюваності, в т.ч. і професійної та санітарний стан об'єктів нагляду), то в теперішній час урядом визначені критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності, яка підлягає державному контролю та нагляду, і визначається періодичність проведення планових заходів державного нагляду (контролю) і проводити перевірки об'єктів можна не частіше, ніж визначено відповідною Постановою. З 2014 року і по теперішній час в Україні взагалі введений мораторій на контрольні перевірки. Роботодавці також не зацікавлені в проведенні досліджень умов праці працюючих. Крім того, в Україні проводиться реформа щодо повноважень, складу та чисельності контролюючих органів, в результаті якої створена державна служба з питань праці, підпорядкована Міністерству соціальної політики України (Постанова КМУ від 10.02.2015 р. № 96) до компетенції якої входять всі питання, пов'язані з працюючим населенням, відповідно органи, які займались державним наглядом (держнагляд охорони праці, держгірпронагляд, держсанепідслужба і ін.) ліквідовані. На жаль, станом на березень 2016 року роботи нової служби не видно, зокрема в питанні погодження та контролю за проходженням обов'язкових медичних оглядів працівників, зайнятих на роботах з важкими і шкідливими умовами праці. Невирішеним залишається питання проведення психофізіологічної експертизи осіб, які працюють на роботах з підвищеною небезпечністю або потребують професійного добору (ст. 5 Закону Ук-

раїни “Про охорону праці”). В штаті закладів охорони здоров'я, які підпорядковані МОЗ України такі лабораторії відсутні, в Україні є лише приватні, а в західних регіонах України відсутні будь-які, що потребує негайного вирішення цього питання.

Висновки і пропозиції:

1. У зв'язку з гірничо-геологічними особливостями в Україні видобувна промисловість має низку шкідливих факторів, що негативно впливають на здоров'я працюючих. Це, в першу чергу, стосується діяльності підземних працівників, які працюють в умовах інтенсивного поєднання впливу рудничного пилу, шуму і вібрації, високої відносної вологості повітря, підвищеного атмосферного тиску, дефіциту ультрафіолетового випромінювання, низької освітленості, важкої фізичної праці. Дані досліджень переконливо свідчать про значно небезпечніші умови праці з точки зору пилового навантаження на шахтах України порівняно з розвиненими країнами.

2. Розподіл випадків професійних захворювань за основними формами патології свідчить про переважну патологію у гірників органів дихання (пневмоконіоз та хронічний бронхіт, з переважною більшістю бронхіту), питома вага яких складає 60-65% від щорічно зареєстрованих професійних захворювань.

3. Аналіз літературних джерел свідчить про наявність порушень когнітивної діяльності у пацієнтів з ХОЗЛ у цілому, при чому 42% об'єднаної вибірки демонструє нейропсихологічні порушення, що може впливати на надійність діяльності працівників та суттєво підвищує ризик помилкових дій при роботах підвищеної небезпеки.

4. За офіційними даними показано, що серед основних причин травматизму та смертності на виробництві перше місце посідає людський фактор, тому розробка психофізіологічних критеріїв відповідності професійної діяльності згідно статті 5 Закону України про охорону праці вважається досить актуальною проблемою сучасності.

Список літератури:

1. Басанец А.В. К вопросу о классификации пневмокозиозов: новая редакция Международной Организации Труда 2000 года /А.В. Басанец // Украинский пульмонологический журнал. - 2003. - №4. - С. 61-64.
2. Басанец А.В. Особенности функциональных нарушений бронхолегочной системы у рабочих угольной промышленности / А.В. Басанец, Т.А. Остапенко // Укр. журн. з пробл. мед. праці. - 2005. - № 1. - С. 12-15.
3. Величковский Б.Т. Каталитические свойства пыли как критерии ее профессиональной опасности / Б.Т. Величковский, Б.Б. Фишман // Санитария и гигиена. - 2000. -№3. - С. 25-28.
4. Гігієна праці. Підручник, за ред. акад. Кундієва Ю.І., чл.-кор. Яворовського О.П. Київ. ВСВ “Медицина”. 2011.С. 676-691.
5. Доповідь першого заступника міністра охорони здоров'я України – головного державного санітарного лікаря України “Про стан професійної захворюваності в Україні в 2005-2009 рр”. 17.08.10

№ 05.01-15-963.

6. Захаров В.В. Синдром умеренных когнитивных расстройств в пожилом возрасте: диагностика и лечение / В.В. Захаров, Н.Н. Яхно // Рус. мед. журн. – 2004. – №10. – С.573–576.

7. Кундієв Ю.І. Напруженість праці як фактор професійного ризику здоров'ю / Ю.І. Кундієв, В.І. Чернюк, В.М. Шевцова // Український журнал з проблем медицини праці. – 2005. - № 3-4.- С. 90-98.

8. Офіційні звіти Донецької, Луганської, Волинської, Львівської, Дніпропетровської обласних санітарно-епідеміологічних станцій “Про стан виконання вимог санітарного законодавства, умов праці та профзахворюваності на підприємствах вугільної промисловості за період 2009-2011 роки.

9. Рішення Колегії Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 25.05.2011 “Про стан промислової безпеки та охорони праці на підприємствах вугільної промисловості України протягом 4-х місяців 2011 року”.

10. Солоділов А.І. Захворювання на пневмокніоз гірників вугільних шахт у Донецькій області / А.І. Солоділов // Вісник гігієни та епідеміології, том 10, № 1, 2006, с. 37-40.

11. Чуріканова О.Ю. Економічна складова чинників травматизму на вугільних шахтах України / О.Ю. Чуріканова // Науковий вісник НГУ, 2012, № 2.- С. 139 – 145. Режим доступу: e-mail: Elen.c@mail.ru .

12. Amanda Schurle Bruce. Neuropsychological Effects of Hypoxia in Medical Disorders / Schurle Bruce Amanda, S. Aloia Mark, and Ancoli-Israel Sonia // Journal of the International Neuropsychological Society. – 2008. – №10. – P.772–785.

13. Antonelli Incalzi. Cognitive impairment in chronic obstructive pulmonary disease: A neuropsychological and SPECT study / Antonelli Incalzi, R. C. Marra, A. Giordano et al. // Journal of Neurology. – 2003. – №250. – P.325–332.

УДК618.3-06:616.12-008.331.1]:612.013.1:616.34-085.246.9

Кабанова Наталья Васильевна

*доктор медицинских наук, профессор кафедры адаптивной физической культуры и физической реабилитации
Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий институт физической культуры и спорта»*

Кабанова Наталя Василівна

*доктор медичних наук, професор кафедри адаптивної фізичної культури і фізичної реабілітації
Державна освітня організація вищої професійної освіти «Донецький інститут фізичної культури і спорту»*

Kabanova N.V.

*MD, professor of the department of adaptive physical education and physical rehabilitation
State educational institution of higher education
"Donetsk Institute of Physical Culture and Sports"*

**КОРРЕКЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОМЕОСТАЗА У БЕРЕМЕННЫХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕТОДА ЭНТЕРОСОРБЦИИ
КОРЕКЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ГОМЕОСТАЗУ У ВАГІТНИХ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ ПІД ВПЛИВОМ МЕТОДУ ЕНТЕРОСОРБЦІЇ
CORRECTION OF HOMEOSTASIS PARAMETERS IN PREGNANT WOMEN WITH ARTERIAL HYPERTENSION UNDER THE INFLUENCE OF THE METHOD ENTEROSORPTION**

Анотація

У статті наведено результати комплексного дослідження показників гомеостазу у 30 вагітних з артеріальною гіпертензією під впливом ентеросорбентів, що містять кремній. Стійкий гіпотензивний ефект, детоксикація, нормалізація парціальних ниркових функцій та гормонального фону, стимулювання антирадикальної активності сприяли пролонгації вагітності.

Ключові слова: вагітність, артеріальна гіпертензія, ентеросорбція, детоксикація

Аннотация: В статье приведены результаты комплексного исследования показателей гомеостаза у 30 беременных с артериальной гипертензией под влиянием кремнийсодержащих энтеросорбентов. Стойкий гипотензивный эффект, детоксикация, нормализация парциальных почечных функций и гормонального фона, стимуляция антирадикальной активности способствовали пролонгации беременности.

Ключевые слова: беременность, артериальная гипертензия, энтеросорбция, детоксикация.

Summary: The article gives the results of complex research indicators homeostasis in 30 pregnant females with arterial hypertension influenced by chain of silicon-containing sorbents. Stable hypotensive effect, detoxification, normalizing the partial renal functions and hormonal background, stimulation of antiradical activity, contributed to the prolongation of pregnancy.

Keywords: pregnancy, arterial hypertension, enterosorption, detoxification.

Постановка проблемы. Обусловленная плацентарным гормональным дисбалансом, ишемия плаценты вызывает у беременных с артериальной гипертензией (АГ) компенсаторный вторичный гуморальный ответ, состоящий из гормонального, гемодинамического (артериальная гипертензия) и метаболического компонентов [1]. Проявления метаболического компонента ишемии плаценты определены как полиорганные (нарушение функции печени и почек) и системные (ретенция натрия и воды, патологическое их распределение по средам, отеки, гипоосмия, интенсификация ПОЛ, дезорганизация лейкоцитарно-лимфоцитарного комплекса, коагулопатия, синдром эндогенной интоксикации) [2].

Составляющими синдрома эндогенной интоксикации (СЭИ) у беременных с АГ являются эндогенная интоксикация (накопление вредных веществ, образовавшихся в организме), эндотоксикоз (клиническое проявление синдрома эндогенной интоксикации, эндотоксемия (избыточное накопление эндотоксинов в крови) вследствие повреждения клеточных структур, тканевых и органно-системных нарушений с наличием механизмов накопления, переноса, ингибирования, депонирования и выведения токсинов. СЭИ развивается при избыточном образовании токсинов или при функциональной недостаточности органов детоксикации по их фиксации, инаktivации, выведению и депонированию[3].

Наличие у беременных с АГ СЭИ требует дополнения традиционных схем лечения проведение детоксикации[4]. Однако, недостатки и осложнения активных эфферентных методов детоксикации делают необходимым поиск более щадящих и неинвазивных[5]. Целесообразность применения метода энтеросорбции (ЭС) у беременных с гестозом доказана положением о том, что в условиях нарушения функции почек возможно перераспределение метаболической нагрузки между органами детоксикации и экскреции и возрастание роли желудочно-кишечного тракта в выведении продуктов обмена веществ и токсинов[6]. Эту способность можно усилить энтеросорбентами. Благодаря физиологической фильтрации и реабсорбции кишечными ворсинками, жидкость, токсичные и балластные вещества проникают из сосудистого русла в просвет кишечника с дальнейшим их связыванием на энтеросорбентах и выведением естественным путем. [7]. Учитывая, что кишечные ворсинки способны пропускать все ингредиенты, молекулярная масса которых ниже массы альбумина, а токсичные субстанции в своей основе являются средномолекулярными массами, становится понятной роль энтеросорбции в детоксикации.

Анализ последних исследований. Многими исследователями признается увеличение у беременных с гестозом токсических свойств крови вследствие повышения в ней уровня молекул низкой и средней молекулярной массы (МНиСМ), обусловленное изменениями метаболизма, с последующим развитием СЭИ [8]. В литературе последних

лет обсуждается концепция, согласно которой пусковым механизмом развития полиорганной недостаточности и СЭИ при гестозе является синдром системного воспалительного ответа (ССВО), что позволяет рассматривать гестоз как акушерскую модель системной эндотоксинемии [9]. Все чаще авторы указывают на недостатки, риски, противопоказания, осложнения, побочные эффекты при применении активных эфферентных методов (аллергические реакции, инфицирование, коагулопатия)[4]. Исследователями подчеркивается безопасность, доступность, простота в применении и эффективность энтеральной детоксикации у беременных с акушерской патологией[10]. Продолжаются исследования по синтезу и изучению структуры и физико-химических свойств принципиально новых кремнийорганических сорбентов с отражением перспективы создания селективных сорбентов нового поколения с модифицированной поверхностью[11]. Авторы обсуждают механизмы биологического действия сорбентов, исходя из представленной концепции о дренажно - детоксикационной функции лимфатической системы и сорбентах как ее синергистах[12,13]. **Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** Крайне противоречивы результаты исследований природы материального носителя токсичности у беременных с гестозом (сложность задачи может быть связана с гетерогенностью субстанций и различными источниками их образования)[3,4,14]. Несмотря на многочисленность научных публикаций, в литературе не отражены комплексные исследования показателей гомеостаза у беременных с артериальной гипертензией под влиянием метода энтеросорбции. Все вышеизложенное подтверждает актуальность и практическую значимость проблемы и определяет цель и задачи исследования.

Цель исследования – повышение клинической эффективности лечения беременных с АГ путем включения в комплексную патогенетическую терапию метода ЭС.

Изложение основного материала. Материал и методы. Метод ЭС в комплексной терапии был применен у 30 беременных с АГ, из которых 14 женщин были в возрасте 20-30 лет, 8 женщин - 31-35 лет, 8 - моложе 20 лет. У 16 женщин срок беременности составлял 20-29 недель, у 14 - 30-35 недель. 27 женщин были первобеременными и первородящими. Все имели отягощенный соматический, акушерский и гинекологический анамнез. Контрольную группу составили 54 здоровые беременные женщины в сроке 20-35 недель беременности.

У всех беременных унифицированными методами проводили биохимический анализ крови и мочи с определением концентрации креатинина, мочевины, электролитов (натрий, калий) с последующим расчетом показателей парциальных почечных функций. Исследование показателей центральной гемодинамики проводили методом тетраполярной реографии по М. И. Тищенко (отечественный аппаратно-программный комплекс ДХ-НТ РЕГИНА) с последующим расчетом ударного

объема (УО), частоты сердечных сокращений, сердечного индекса (СИ), ударного индекса (УИ), общего периферического сосудистого сопротивления (ОПС). Для оценки активности перекисного окисления липидов (ПОЛ) определяли уровень его метаболитов в крови: диеновых конъюгат (ДК), малонового диальдегида (МДА). О состоянии антиоксидантной системы судили по активности каталазы, супероксиддисмутазы (СОД), общей антиокислительной активности (АОА) липидов, уровню α -токоферола в крови. В плазме крови определяли: ДК, каталазу, α -токоферол, АОА, в цельной крови - СОД, в эритроцитах - МДА. В комплексной оценке эндогенной интоксикации (ЭИ) учитывали ее клинические проявления и динамику МСМ238 нм, МСМ254 нм, МСМ260 нм, МСМ280 нм. Рассчитывали следующие коэффициенты: 280/254 - индекс распределения, 238/260 - пептидно-нуклеотидный коэффициент, 238/280 - коэффициент ароматичности. Радиоиммунологическим методом проводили определение концентрации эстриола, плацентарного лактогена, прогестерона. Для статистической обработки материала применяли IBM PC/AT 386/387 и статистический пакет «Stadia». Исследования проводили до и после лечения.

Лечебный комплекс включал применение метода ЭС, проводимого на фоне провокационной диареи. Кремнийсодержащие энтеросорбенты (эн-

теросгель, полисорб, аэросил) применяли по инструкции к препаратам. В качестве слабительных применяли средства, действие которых основано на увеличении кишечного содержимого (сорбит). Курс лечения составлял не более 10-14 дней.

Результаты и их обсуждение. Оценка клинической эффективности метода выявила у беременных с АГ гипотензивный эффект, обратную динамику развития симптомов интоксикации (улучшение памяти, сна, аппетита, исчезновение диспептических расстройств). Заметно уменьшились отеки, стабилизировалась или снижалась масса тела. Первый клинический эффект проявлялся к концу третьих суток, значительное улучшение состояния ощущалось беременными к 7-8 суткам.

Парциальные почечные функции. Характерным изменением гомеостаза у беременных с АГ под влиянием метода ЭС было увеличение скорости клубочковой фильтрации на 36% ($p<0,001$), минутного диуреза (МД) на 58% ($p<0,001$), экскретируемой фракции воды на 13% ($p<0,05$). Улучшалась натрийуретическая функция почек (увеличение почечного клиренса натрия на 60% ($p<0,001$)). Уменьшение концентрации креатинина в моче на 23% и мочевины на 6% ($p<0,05$) свидетельствовало о выведении шлаков в просвет кишечника с дальнейшим связыванием на сорбенте (табл. 1).

Таблица 1.

Динамика парциальных почечных функций у беременных с АГ под влиянием энтеросорбции, $M \pm m$

Показатель	Беременные с АГ, n=30		Здоровые беременные, n=54
	до лечения	после лечения	
Удельный вес мочи	1013,7 \pm 0,9	1011,7 \pm 1,0	1013,0 \pm 1,0
Скорость клубочковой фильтрации, мл/мин	54,1 \pm 4,4 ^{bbb}	84,4 \pm 6,9 ^{aaa bbb}	172,5 \pm 8,0
Калий мочи, ммоль/л	82,0 \pm 2,54 ^{bbb}	84,10 \pm 2,36 ^{bbb}	65,69 \pm 2,25
Натрий мочи, ммоль/л	107,1 \pm 2,2 ^{bbb}	106,0 \pm 2,9 ^{bbb}	142,6 \pm 2,2
МД, мл/мин	0,90 \pm 0,09 ^{bbb}	2,15 \pm 0,25 ^{aaa bbb}	3,88 \pm 0,25
Мочевина мочи, ммоль/л	375,6 \pm 7,7 ^b	354,7 \pm 9,2 ^a	355,3 \pm 8,7
Креатинин мочи, мкмоль/л	6254,5 \pm 233,9 ^{bbb}	4810,9 \pm 199,8 ^{aaa}	4432,6 \pm 163,7
Фильтрационный заряд натрия, ммоль/мин	6,64 \pm 0,57 ^{bbb}	11,33 \pm 0,67 ^{aaa bbb}	25,73 \pm 1,06
Экскреция натрия, ммоль/мин	0,09 \pm 0,01 ^{bbb}	0,22 \pm 0,03 ^{aaa bbb}	0,51 \pm 0,02
Реабсорбция натрия, %	98,70 \pm 0,07 ^{bbb}	98,46 \pm 0,08 ^{a bbb}	97,67 \pm 0,13
Натрий/калий мочи	1,39 \pm 0,05 ^{bbb}	1,38 \pm 0,07 ^{bbb}	2,31 \pm 0,09
Экскреция воды, %	1,66 \pm 0,07 ^{bbb}	1,90 \pm 0,09 ^{a b}	2,27 \pm 0,11
Реабсорбция воды, %	98,34 \pm 0,07 ^{bbb}	98,09 \pm 0,10 ^{a b}	97,73 \pm 0,11
Почечный клиренс натрия, мл/мин	0,64 \pm 0,06 ^{bbb}	1,61 \pm 0,23 ^{aaa bbb}	4,10 \pm 0,29
Почечный клиренс калия, мл/мин	19,01 \pm 2,16 ^{bbb}	34,56 \pm 3,74 ^{aaa bbb}	65,40 \pm 2,78
Реакция мочи	5,73 \pm 0,09 ^b	5,52 \pm 0,09	5,46 \pm 0,07
Концентрационный коэффициент	66,16 \pm 4,20 ^b	56,73 \pm 2,19 ^{a bbb}	49,56 \pm 2,21

Примечания:

1. ^{a, aaa} – достоверное отличие от показателей до лечения, соответственно для $p<0,05$ и $p<0,001$.
2. ^{b, bbb} – достоверное отличие от группы здоровых беременных, соответственно для $p<0,05$ и $p<0,001$.

Центральная гемодинамика. У беременных с АГ до лечения по сравнению с группой здоровых беременных отмечалось увеличение ОПС на 13% ($p < 0,05$), АД сист. на 15% ($p < 0,01$), АД диаст. на 10% ($p < 0,05$), АД ср. на 13% ($p < 0,05$), увеличение общего импеданса на 17% ($p < 0,01$). После лечения у беременных с АГ отмечалось уменьшение ОПС на 17% ($p < 0,05$), АД сист. на 8% ($p < 0,001$), АД диаст. – на 19% ($p < 0,05$), АД ср. – на 17% ($p < 0,01$), общий импеданс увеличивался на 7%, ($p < 0,01$).

ПОЛ и антиоксидантная защита. У беременных с АГ до лечения по сравнению с группой здоровых беременных отмечалось увеличение МДА на 46% ($9,42 \pm 0,43$ мкмоль/г белка, в контроле $5,10 \pm 0,23$ мкмоль/г белка, $p < 0,001$), ДК на 37% ($4,74 \pm 0,16$ усл.ед., в контроле $2,99 \pm 0,16$ усл.ед., $p < 0,001$), СОД уменьшалась на 50% ($0,033 \pm 0,004$ Е/мг белка, в контроле $0,083 \pm 0,005$ Е/мг белка, $p < 0,04$). После лечения отмечалось увеличение каталазы на 20% (до лечения $15,85 \pm 0,83$ мкат/л, после лечения $19,82 \pm 1,07$ мкат/л, $p < 0,006$), СОД на 60% (до лечения $0,033 \pm 0,004$ Е/мг белка, после лечения $0,083 \pm 0,005$ Е/мг белка, $p < 0,001$), уменьшались ДК (до лечения $4,74 \pm 0,16$ усл.ед., после лечения $3,75 \pm 0,22$ усл.ед., $p < 0,001$). У беременных с АГ после лечения по сравнению с контрольной группой отмечалось увеличение каталазы на 25% ($19,82 \pm 1,07$ мкат/л, в контроле $14,87 \pm 1,37$ мкат/л, $p < 0,006$), СОД на 20% ($0,083 \pm 0,005$ Е/мг белка, в контроле $0,067 \pm 0,005$ Е/мг белка, $p < 0,001$), АОА уменьшение на 8% ($60,63 \pm 1,91$, в контроле $65,79 \pm 2,07$, $p < 0,05$). Отмечалось увеличение МДА на 45% ($9,28 \pm 0,47$ мкмоль/г белка, в контроле $5,10 \pm 0,23$ мкмоль/г белка, $p < 0,001$), ДК на 20% ($3,75 \pm 0,22$ усл.ед., в контроле $2,99 \pm 0,16$ усл.ед., $p < 0,001$).

Показатели токсичности крови. У беременных с АГ до лечения по сравнению с контролем отмечалось увеличение коэффициента ароматичности на 37% ($3,55 \pm 0,27$, в контроле $2,25 \pm 0,02$, $p < 0,001$). После лечения отмечалось уменьшение МСМ₂₅₄ на 25% (до лечения $0,35 \pm 0,03$ усл.ед., после лечения $0,26 \pm 0,01$ усл.ед., $p < 0,01$), МСМ₂₆₀ на 33% (до лечения $0,31 \pm 0,03$ усл.ед., после лечения $0,21 \pm 0,01$ усл.ед., $p < 0,001$). У беременных с АГ после лечения по сравнению с контрольной группой отмечалось уменьшение МСМ₂₅₄ на 28% ($0,262 \pm 0,008$ усл.ед., в контроле $0,366 \pm 0,040$ усл.ед., $p < 0,01$), МСМ₂₆₀ на 36% ($0,21 \pm 0,01$ усл.ед., в контроле $0,33 \pm 0,03$ усл.ед., $p < 0,001$), пептидно-нуклеотидный коэффициент увеличивался на 41% ($3,80 \pm 0,20$, в контроле $2,25 \pm 0,02$, $p < 0,001$).

После лечения у беременных с АГ отмечалось увеличение эстриола на 52% ($p < 0,01$), эстрадиола на 30% ($p < 0,05$), плацентарного лактогена на 19% ($p < 0,05$), прогестерона на 40% ($p < 0,001$), ПГФ2 α на 36% ($p < 0,001$), ПГЕ на 12% ($p < 0,001$), концентрация кортизола снижалась на 19% ($p < 0,05$).

Таким образом, динамика клинических, инструментальных и лабораторных характеристик свидетельствовала о том, что детоксикация методом ЭС являлась патогенетически обоснованной и эффективной: метод оказывал нормализующее влияние на центральную гемодинамику, парциальные почечные функции, прежде всего, на натрийурез, диурез, положительно влияя на различные отделы нефрона, сдерживал прогрессирование азотемии. Очевидно, механизмом действия сорбентов, принятых внутрь, у беременных с АГ являлась сорбция уремических метаболитов (креатинина, мочевины), поступающих в просвет кишечника из крови. Параллельно наблюдалась стимуляция антирадикальной активности со снижением и стабилизацией интенсивности ПОЛ. Применение метода ЭС у беременных с АГ позволяло снизить уровень МСМ в крови, что свидетельствовало об эффекте детоксикации. Динамика показателей эстриола, плацентарного лактогена, прогестерона у беременных с АГ в динамике терапии методом ЭС свидетельствовала об улучшении гормональной функции плаценты и отсутствии отрицательного действия на плод. Метод ЭС обладал рядом преимуществ: физиологичность, техническая простота, безопасность, высокий клиренс метаболитов, целесообразность применения у тех пациенток, когда проведение других методов нежелательно или невозможно. Для проведения метода ЭС не требовалось больших экономических затрат, оборудования или хирургического вмешательства. Метод ЭС хорошо переносился беременными, не сопровождался осложнениями, побочными и аллергическими реакциями, не приводил к нарушению функции желудочно – кишечного тракта. Применение метода было возможно как в стационаре, так и в амбулаторных условиях.

Высокой оказалась и клиническая эффективность метода. Так, у беременных с АГ после лечения методом ЭС количество операций в родах уменьшалось в 4 раза, ремиссия достигалась у 96,7% (в группе сравнения 92,9%, в контроле 8,6%), количество самостоятельных родов увеличилось в 2 раза, количество тяжелых форм гестоза уменьшилось в 2 раза. Срок лечения составил $11,8 \pm 0,3$ дня (в группе сравнения $13,1 \pm 0,4$ дня, $p < 0,01$; в контрольной группе $29,4 \pm 0,2$ дня, $p < 0,001$). Усугубления клинической симптоматики гестоза не было. У всех женщин беременность была пролонгирована.

Выводы из данного исследования:

1. Основу лечебного эффекта метода энтеросорбции у беременных с АГ составило уменьшение активности внепочечной прессорной системы (нормализация гормональной функции плаценты и уменьшение уровня кортизола) на фоне увеличения активности почечной (ПГФ2 α , ПГЕ) депрессорной системы.

2. Целесообразность применения метода энтеросорбции в комплексной терапии беременных с АГ доказана высокой клинической эффективностью.

стью (сокращением сроков лечения, возможностью пролонгации беременности, снижением тяжелых форм гестоза).

Перспективы дальнейшего развития в этом направлении состоят в уточнении природы эндогенной интоксикации у беременных с артериальной гипертензией; новых системных клинических исследованиях влияния метода энтеросорбции с помощью кремнийорганических селективных сорбентов нового поколения на показатели гомеостаза у беременных с артериальной гипертензией.

Список литературы:

1. Ветров В.В. Этиология гестоза с позиций учения о синдроме эндогенной интоксикации // В.В. Ветров // Эфферентная терапия. - 2004. - Т. 10, №2. - С. 5-10.

2. Кабанова Н.В. Изменение показателей гомеостаза беременных с артериальной гипертензией под влиянием метода энтеросорбции // Н.В. Кабанова // Нефрология. - 2003. - Т. 7, №1. - С. 80 – 87.

3. Ветров В.В., Пестряева Л.А. Значение синдрома эндогенной интоксикации в патогенезе гестоза // В.В. Ветров, Л.А. Пестряева // Эфферентная терапия. — 2005. — Т. 11, № 3. — С. 3–9.

4. Ветров В.В. Эфферентная терапия у беременных и родильниц с гестозом // В.В. Ветров // Вестник Уральской медицинской академической науки. - 2009. - № 4. - С. 10-13.

5. Беляков Н.А., Соломенников А.В. Энтеросорбция – механизм лечебного действия // Н.А. Беляков, А.В. Соломенников // Эфферентная терапия. - 1997. - Т. 3, № 2. - С. 20-26.

6. Лукичев Б.Г., Панина И.Ю. Выведение уремических токсинов через желудочно-кишечный тракт // Б.Г. Лукичев // Нефрология. - 2001. - Т. 5, № 2. - С. 7-12.

7. Николаев В. Г., Михаловский С. В., Николаева В. В., Олещук А. М., Лисничук Н.Е. Энтеро-

сорбция: состояние вопроса и перспективы на будущее // В.Г. Николаев, С.В. Михайловский, В.В. Николаева, А.М. Олещук, Н.Е. Лисничук // Вісник проблем біології і медицини. — 2007. — Вип. 4. — С. 7–17.

8. Горчакова Н. О., Чекман И. С., Бабак В. В., Юрженко Н. М., Загородний М. И., Яковлева И. Ю. Вивчення фармакологічної активності та безпечності препарату «Ентеросгель» // Н.О. Горчакова, І.С. Чекман, В.В. Бабак, М.Юрженко, М.І. Загородний, І.Ю. Яковлева // Мистецтво лікування. — 2005. — № 6. — С. 76–77.

9. Репина М.А. Преэклампсия и материнская смертность // М.А. Репина. - СПб., 2005. — 208 с

10. Полянцева Е. П., Яговкина Н. В. Метод энтеросорбции в лечении гестоза // Е.П. Полянцева, Н.В. Яговкина // Вятский медицинский вестник. - 2009. - Вып. № 1. - С. 48.

11. Мартынов А.К. Структурно-функциональная организация реализации лечебных свойств энтеросорбентов // А.К. Мартынов // Эфферентная терапия. - 2006. - Т. 12, № 2. - С. 11-15.

12. Хавкин А.И. Нарушения микроэкологии кишечника и энтеросорбция // А.И. Хавкин // Вопросы современной педиатрии. - 2009. - Вып. № 2, Т. 8. - С. 94-98

13. Хавкин А.И. Применение метода энтеросорбции в практической медицине // А.И. Хавкин. - М.: Синтез-Принт, 2003. - 24с.

14. Остаева Л.Н., Сарахова Д.Х., Торчинов А.М., Цахилова С.Г. Влияние энтеросорбента «Полисорб МП» на состояние аутоиммунитета и эндогенной интоксикации у беременных с гестозом // Л.Н. Остаева, Д.Х. Сарахова, А.М. Торчинов, С.Г. Цахилова // Вестник Российского государственного медицинского университета. - 2008. - № 3. - С. 110-111.

УДК-612.2

Побережець Віталій Леонідович

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, студент

Демчук Ганна Василівна

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, кандидат медичних наук, доцент кафедри пропедевтики внутрішньої медицини

Побережець Віталій Леонідович

Вінницький національний медичний університет ім. Н.І. Пирогова, студент

Демчук Анна Василівна

Вінницький національний медичний університет ім. Н.І. Пирогова, кандидат медичних наук, доцент кафедри пропедевтики внутрішньої медицини

Poberezhets V.L.

Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University, student

Demchuk H.V.

Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University, PhD, Associate Professor, Department of Propedeutics of Internal Medicine

ДИСФУНКЦІЯ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ – КОМОРБІДНИЙ СТАН ЧИ СИСТЕМНИЙ КОМПОНЕНТ ХРОНІЧНОГО ОБСТРУКТИВНОГО ЗАХВОРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ?**ДИСФУНКЦИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ – КОМОРБИДНОЕ СОСТОЯНИЕ ИЛИ СИСТЕМНЫЙ КОМПОНЕНТ ХРОНИЧЕСКОГО ОБСТРУКТИВНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ ЛЁГКИХ?****SKELETAL MUSCLE DYSFUNCTION – COMORBIDITY OR SYSTEMIC COMPONENT OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE?**

Анотація: Дисфункцію скелетних м'язів (ДСМ) при хронічному обструктивному захворюванні легень (ХОЗЛ) можна розглядати як коморбідний стан (на ряду із остеопорозом, депресією, серцево-судинними захворюваннями, цукровим діабетом чи кахексією) або ж як системний компонент самого захворювання. Клінічно ДСМ характеризується зменшенням розміру, зниженням сили та витривалості скелетних м'язів, їх підвищеною втомлюваністю, знижується толерантність організму до фізичних навантажень. В основі цих проявів лежать зміни міоцитів на мікроскопічному та молекулярному рівнях. Цілий ряд факторів ризику та механізмів розвитку сприяють виникненню ДСМ у пацієнтів із ХОЗЛ. До них належать: низька фізична активність, тютюнопаління, гіпоксія, гіперкапнія, оксидативний стрес, системне запалення, генетична схильність, дисбаланс між анаболічними та катаболічними гормонами, харчове виснаження та ін. Дані фактори та механізми притаманні не лише ХОЗЛ але і деяким іншим хронічним захворюванням, наприклад ішемічній хворобі серця (ІХС). Та за даними літературних джерел а також власними спостереженнями було доведено, що ДСМ розвивається тільки у хворих ХОЗЛ і відсутня у пацієнтів із ІХС. Це свідчить про особливе місце ДСМ у патогенезі та перебігу ХОЗЛ.

Ключові слова: хронічне обструктивне захворювання легень, ішемічна хвороба серця, дисфункція скелетних м'язів.

Аннотация. Дисфункцию скелетных мышц (ДСМ) при хроническом обструктивном заболевании легких (ХОЗЛ) можно рассматривать как коморбидное состояние (на ряду с остеопорозом, депрессией, сердечно-сосудистыми заболеваниями, сахарным диабетом или кахексией) или как системный компонент самого заболевания. Клинически ДСМ характеризуется уменьшением размера, снижением силы и выносливости скелетных мышц, их повышенной утомляемостью, снижается толерантность организма к физическим нагрузкам. В основе этих проявлений лежат изменения миоцитов на микроскопическом и молекулярном уровнях. Ряд факторов риска и механизмов развития способствуют возникновению ДСМ у пациентов с ХОЗЛ. К ним относятся: низкая физическая активность, курение, гипоксия, гиперкапния, оксидативный стресс, системное воспаление, генетическая предрасположенность, дисбаланс между анаболическими и катаболическими гормонами, пищевое истощение и др. Данные факторы и механизмы присущи не только ХОЗЛ но и некоторым другим хроническим заболеваниями, например ишемической болезни сердца (ИБС). По данным литературных источников а также собственных наблюдений было доказано, что ДСМ развивается только у больных ХОЗЛ и отсутствует при ИБС. Это свидетельствует об особом месте ДСМ в патогенезе ХОЗЛ.

Ключевые слова: хроническое обструктивное заболевание легких, ишемическая болезнь сердца, дисфункция скелетных мышц.

Summary: Skeletal muscle dysfunction (SMD) in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) can be considered as comorbidity (along with osteoporosis, depression, heart disease, diabetes, cachexia), or as a systemic component of the disease. Clinically SMD is characterized by decreased size, strength and endurance of skeletal muscles and their increased fatigue, reduced tolerance to physical activity. Underlying these are changes

of muscle cells at the microscopic and molecular levels. A number of risk factors and mechanisms contribute to the emergence of SMD in patients with COPD. These include physical inactivity, smoking, hypoxia, hypercapnia, oxidative stress, systemic inflammation, genetic susceptibility, an imbalance between anabolic and catabolic hormones and others. These factors and mechanisms are characteristic not only for COPD but also for some other chronic disease such as coronary heart disease (CHD). According to the literature and our own observations we can see that SMD develops only in patients with COPD and is absent in CHD. This indicates a special place of SMD in pathogenesis of COPD.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease, coronary heart disease, skeletal muscle dysfunction.

Постановка теми. На сьогоднішній день дисфункція скелетних м'язів (ДСМ) розглядається як один із коморбідних станів при хронічному обструктивному захворюванні легень (ХОЗЛ), серед яких також виділяють серцево-судинні захворювання, метаболічний синдром, синдром нічного апное, депресію, остеопороз та інші [1, 3]. Але ще десятиліття тому слабкість та втрата розміру скелетних м'язів розглядалися як частина системного компонента у патогенезі ХОЗЛ [48, 49].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ДСМ проявляється зменшенням розміру, зниженням сили та витривалості скелетних м'язів, їх підвищеною втомлюваністю [4]. Усі ці прояви обумовленні патологічними змінами на мікроскопічному та молекулярному рівнях, що підтверджується результатами сучасних наукових досліджень.

При вивченні біоптату із квадрицепса у хворих на ХОЗЛ і його порівнянні з даними здорових осіб, відмічається зниження кількості волокон 1-го типу (червоні волокна, які багаті на міоглобін, здатні до тривалого тонічного скорочення, мають високу потребу у кисні та низьку стомлюваність) та зростання волокон 2-го типу (білі волокна, які містять незначну кількість міоглобіну але багато глікогену, здатні до сильного, швидкого але короткотривалого скорочення, швидко стомлюються, потребують мало кисню для роботи, адже отримують енергію внаслідок анаеробного метаболізму) [9]. На ряду із цим було виявлено зниження кількості капілярів [10], окислювального потенціалу [11] та кількості протеїнів, особливо за рахунок мітохондріальних білків переносників аніонів [12] у тканині скелетних м'язів. Клінічно дані порушення проявляються зниженою толерантністю організму до фізичного навантаження, що помітна уже на першій стадії ХОЗЛ [5].

Першим показником, який слід оцінити для визначення наявності ДСМ є м'язова сила. Для вимірювання сили скорочення м'яза використовуються: тензодатчик, ізокінетичний динамометр, гідравлічні системи. Отримані дані варто порівнювати із належними показниками для даного віку, статі, зросту та маси тіла або із показниками контрольної групи здорових осіб [5, 42]. Для вимірювання сили скелетного м'яза, необхідно досягти його ізометричного довільного скорочення або скорочення внаслідок супрамаксимальної електричної або магнітної стимуляції поверхневого рухового нерва [13, 14].

Останні дослідження довели, що існує кореляційний зв'язок між об'ємом форсованого видиху за 1 секунду (ОФВ1) та силою скорочення квадрицепса стегна - чим менша сила, тим гірші показники

ОФВ1 виявляються у хворих на ХОЗЛ при спірометрії [47].

При зниженні м'язової сили, знижується розмір м'яза і відповідно його маса. Для визначення маси скелетних м'язів використовується метод біоелектричної імпедансометрії який також дозволяє виявити вміст жирової тканини в організмі, рівень вісцерального жиру, розрахувати безжирову масу тіла (fat-free mass) та безжировий індекс маси тіла (fat-free mass index, FFM). Безжировий індекс маси тіла є значно інформативнішим для виявлення атрофічних змін скелетних м'язів аніж звичайний індекс маси тіла, який враховує жирову тканину разом із м'язовою [15, 43].

При ДСМ знижується їх витривалість, тобто здатність тривалий час виконувати певну роботу без помітного зниження працездатності. Для осіб, робота яких пов'язана із тривалим підтриманням пози, багаторазовим повторенням певних рухів чи ходьбою на далекі дистанції, збереження витривалості є навіть важливішим за м'язову силу [6]. Для оцінки витривалості скелетних м'язів нижніх кінцівок використовується велоергометр або тредміл, а для верхніх кінцівок – ручний ергометр. Витривалість ізольованих груп м'язів визначається шляхом вимірювання часу протягом якого м'яз може утримувати силу скорочення вище 50% від максимального рівня або ж визначається коефіцієнт витривалості [7, 16, 17].

Втомлюваність скелетних м'язів являє собою тимчасове зниження працездатності внаслідок інтенсивної або тривалої роботи, яке проявляється зниженням кількісних і якісних показників роботи із погіршенням координації рухів. При ДСМ втома розвивається значно швидше ніж у здорових осіб та виникає при звичайних чи навіть знижених рівнях навантаження, частоті і тривалості скорочень м'язів [7, 8]. Втомлюваність скелетних м'язів оцінюється шляхом порівняння показників максимальної сили скорочення м'яза до та після високоінтенсивного навантаження [17].

Та варто пам'ятати, що клінічно важливими є не окремі показники сили, витривалості чи втомлюваності м'язів а рівень толерантності організму до фізичного навантаження. Оцінюється цей функціональний показник за допомогою кардіопульмонарних тестів із наростаючим фізичним навантаженням із використанням велоергометра чи тредміла. Але більш доцільно використовувати функціональні тести із ходьбою, адже вони оцінюють здатність пацієнтів до пересування у просторі [3, 18].

Розвитку дисфункції скелетних м'язів при ХОЗЛ сприяє наявність у пацієнтів цілої низки факторів розвитку, серед яких варто виділити наступні:

1. Низька фізична активність. Було доведено, що хворі ХОЗЛ у зв'язку із наявними у них змінами функції зовнішнього дихання ведуть менш активний спосіб життя ніж здорові особи, а це знижує тренуваність м'язів, розвивається їх атрофія, порушується нормальне функціонування [5, 19].

2. Тютюнопаління. Як відомо, тютюнопаління є одним із факторів розвитку ХОЗЛ, але тютюновий дим також згубно впливає і на скелетні м'язи. Останні дослідження показали, що у осіб, які палять, показники сили квадрицепса стегна виявилися на 17% нижчими ніж у осіб, що не палять. Механізм цієї дії тютюнового диму поки що вивчається, але припускається, що в основі лежить токсична дія компонентів диму на міоцити а також хронічне отруєння чадним газом [20]. Також існує думка, що тютюнопаління сприяє розвитку оксидативного стесу, внаслідок якого і відбувається ураження скелетні м'язи [21].

3. Гіпоксія. Гіпоксія різного ступеня важкості розвивається у всіх хворих ХОЗЛ. Так як за рахунок неповністю зворотної обструкції дихальних шляхів, забезпечити постійну функцію зовнішнього дихання на належному рівні є практично неможливим, тому гіпоксія набуває постійного характеру. За таких умов скелетні м'язи змушені пристосовуватись до субнормальної кількості отриманого кисню шляхом зменшення кількості м'язових волокон 1-го типу і збільшення кількості волокон 2-го типу. Гіпоксія також спричинює зростання активності гліколітичних ферментів на фоні зниження окислювальної активності усіх інших [11, 22, 23].

4. Гіперкапнія. Внаслідок порушення функції зовнішнього дихання в організмі хворих ХОЗЛ розвивається гіперкапнія, але спричинює ДСМ патологічний стан, який виникає внаслідок гіперкапнії - ацидоз. Саме ацидоз всередині міоцитів обумовлює порушення внутрішньоклітинного метаболізму, яке заключається у зниженні кількості АТФ та креатинфосфату [24, 25]. Окрім того, порушується скоротлива здатність м'язів [26].

5. Оксидативний стрес. Оксидативний стрес є ще одним чинником, який викликає ДСМ шляхом згубної дії вільних радикалів на клітинні структури міоцитів. Вільні радикали в нормі утворюються в організмі, але вони повністю знешкоджуються антиоксидантними системами. Та коли антиоксидантні системи не здатні нейтралізувати усі вільні радикали, що утворились, тоді відбувається оксидативне ураження клітинних структур [27, 28]. Організм хворого на ХОЗЛ зазнає оксидативного стресу не тільки під час загострень захворювання [29], але навіть при відсутності симптомів. Не варто забувати і про індукцію оксидативного стресу внаслідок тютюнопаління [21].

6. Дія глюкокортикостероїдів. Глюкокортикостероїди (ГКС) зараз широко використовуються

для лікування ХОЗЛ. Використовуються із цією метою системні та інгаляційні ГКС. Застосування системних ГКС безумовно підвищує ефективність лікування хворих із загостренням ХОЗЛ – зменшується час лікування загострення, покращується функція зовнішнього дихання, зменшується гіпоксемія [2]. Їх вплив на розвиток ДСМ є наразі добре вивченим. Доведено, що існує пряма залежність між щоденною дозою ГКС та слабкістю скелетних м'язів [30]. Про вплив інгаляційних ГКС є значно менше даних за рахунок їх тропної дії виключно на дихальні шляхи.

7. Харчове виснаження. Харчове виснаження у пацієнтів із ХОЗЛ зустрічається частіше ніж у здорових осіб. Його наслідком є кахектичні зміни усіх тканин організму, і однією із перших страждає саме м'язова. Виснаження проявляється зниженням маси тіла та індексу маси тіла. Але більш інформативними є показники безжирового індексу маси тіла (FFMI), за допомогою якого ми можемо судити про кахектичні зміни саме у м'язовій тканині [31, 32].

8. Системне запалення. Запалення що розвивається при ХОЗЛ у стінках бронхів із часом набуває системного характеру [33]. У крові хворих виявляються у значній кількості такі прозапальні медіатори як фактор некрозу пухлин- α (TNF- α), інтерлейкін-6 (IL6), інтерлейкін – 8 (IL8), активін-A (activin-A) [41]. Дані медіатори, потрапляючи в кров'яне русло, розносяться по усьому організмі і викликають патологічні зміни у різних тканинах, у тому числі і у м'язовій. Було доведено прямий зв'язок між зростанням кількості IL8 у крові та зниженням сили квадрицепса стегна у пацієнтів із загостренням ХОЗЛ [34]. Інше дослідження показало, що площа поперечного перерізу середини стегна у хворих на ХОЗЛ корелює із рівнем IL6 у крові (чим вищий рівень IL6 – тим менша площа поперечного перерізу середини стегна) [40].

9. Дисбаланс між анаболічними та катаболічними гормонами. До анаболічних гормонів, рівень яких знижується у пацієнтів із ХОЗЛ, належать тестостерон та інсуліноподібний фактор росту-1 (IGF-1). Рівень катаболічних гормонів при цьому залишається на належному рівні або знижується [35, 36].

10. Генетична схильність. Хворі ХОЗЛ мають генетичну схильність у розвитку ДСМ внаслідок особливостей поліморфізму ангіотензинперетворюючого ферменту [37], рецепторів до вітаміну Д [38] чи трансформуючого фактору росту β_1 (TGFB1) [44]. За рахунок поліморфізму генів, що кодують медіатори запалення (фактор некрозу пухлин- α (TNF- α), інтерлейкін-6 (IL6), С-реактивний білок (CRP)), змінюється сила системної запальної відповіді організму, що сприяє розвитку ДСМ [39].

Висвітлення раніше невивчених частин загальної проблеми. Зазначені вище фактори та механізми розвитку ДСМ при ХОЗЛ характерні і для хворих із ішемічною хворобою серця (ІХС). Останні дослідження світової наукової спільноти доводять, що при ІХС з усіх показників морфо-функціонального стану м'язової системи відмічається

зниження витривалості при збереженні нормальних значень сили та вмісту м'язів в організмі [45, 46]. Це дає можливість зробити припущення про можливий розвиток ДСМ у даного контингенту хворих.

Ціль статті. Шляхом порівняння функціонального та морфо-анатомічного стану скелетних м'язів у хворих ХОЗЛ та у пацієнтів із ІХС встановити чи є дисфункція скелетних м'язів коморбід-

ним станом при даних захворюваннях чи вона являється системним компонентом ХОЗЛ і тому буде відсутньою у хворих на ІХС.

Виклад основного матеріалу. Ми порівняли морфо-функціональний стан скелетних м'язів у 35 хворих ХОЗЛ, чоловічої статі (середній вік - 58.0 ± 7.8 роки) та 32 пацієнтів із ІХС, (середній вік - 56.9 ± 8.2 роки), які мали однакову тривалість захворювання (Табл. 1).

Таблиця 1

Клінічна характеристика пацієнтів

Показник	ХОЗЛ	ІХС
Кількість осіб	35	32
Вік (років)	58.0 ± 7.8	56.9 ± 8.2
Тривалість захворювання (років)	6.5 ± 1.2	5.4 ± 3.3
Особи, що палять	35 (100%)	6 (19%)
Стаж паління (пачко/років)	32.4 ± 9.1	19.4 ± 9.8

Серед хворих ХОЗЛ 10 (28.6%) страждали від ХОЗЛ II ступеня тяжкості, 25 пацієнтів (71.4%) – ХОЗЛ III ступеня. Стабільна стенокардія напруги II функціонального класу була наявна у 12 хворих (37.5%), III функціонального класу - у 20 пацієнтів (62.5%).

Оцінка ДСМ проводилась на основі вимірювання кистьової динамометрії домінуючої руки та

за допомогою біоелектричної імпедансометрії із подальшим розрахунком безжирового індексу маси тіла (FFMI), відсоткового вмісту скелетних м'язів та жирової тканини в організмі.

Результати обстеження пацієнтів виявили, що у пацієнтів наявна надлишкова маса тіла, однак показники ІМТ у досліджуваних контингентів достовірно не відрізнялися ($p=0.2$) (Рис. 1).

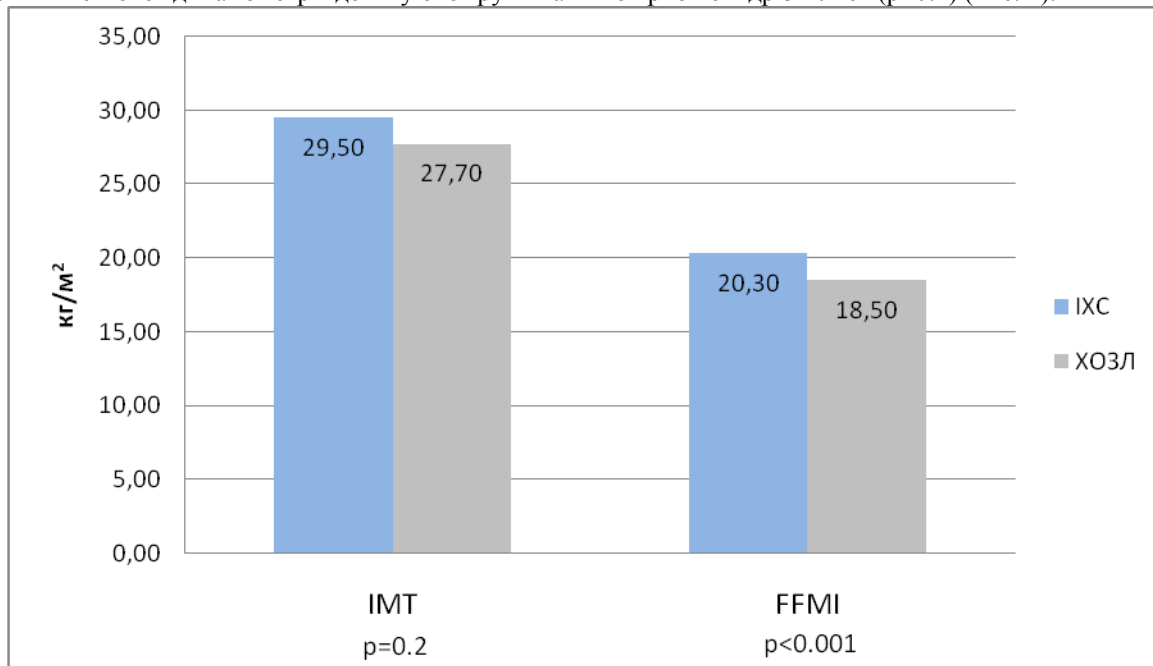


Рис. 1. Результати морфо-анатомічного обстеження пацієнтів.

Середній відсотковий вміст жирової тканини в організмі був вищим належного у обох груп хворих але без достовірної різниці ($p=0.07$). FFMI у хворих ХОЗЛ був на 1.8 кг/м^2 меншим ніж у пацієнтів із ІХС ($p < 0.001$), що свідчить про значне ураження саме скелетних м'язів у хворих ХОЗЛ. Оцінюючи відсотковий вміст скелетних м'язів в

організмі досліджуваних, було виявлено, що даний показник у пацієнтів із ХОЗЛ являється достовірно меншим ніж у осіб із ІХС, що являється ще однією ознакою атрофії скелетних м'язів у хворих ХОЗЛ ($p=0.001$) (Рис. 2).

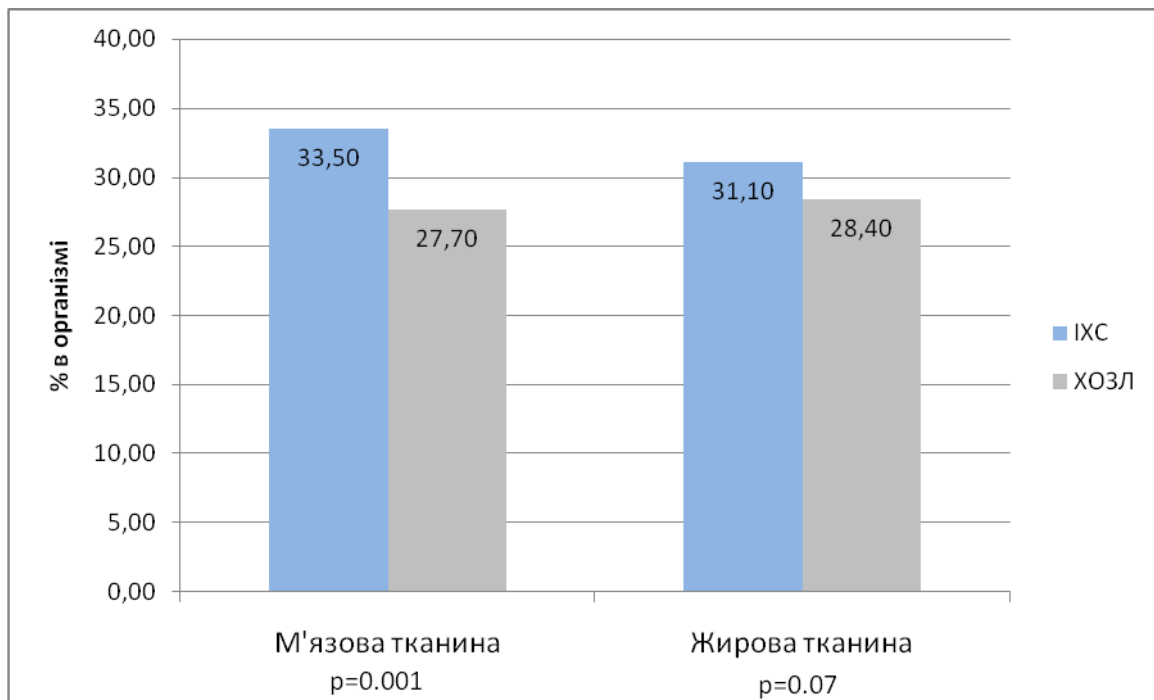


Рис. 2. Відсотковий вміст м'язової та жирової тканин в організмі.

Кистьова динамометрія домінуючої руки виявила меншу силу у хворих на ХОЗЛ (67.4 ± 5.8 % від належної) ніж у пацієнтів із IХС (80.0% від на-

лежної) ($p < 0.001$), що підтверджує наявність функціонально значимої м'язової слабкості і є достовірною ознакою ДСМ (Рис. 3).

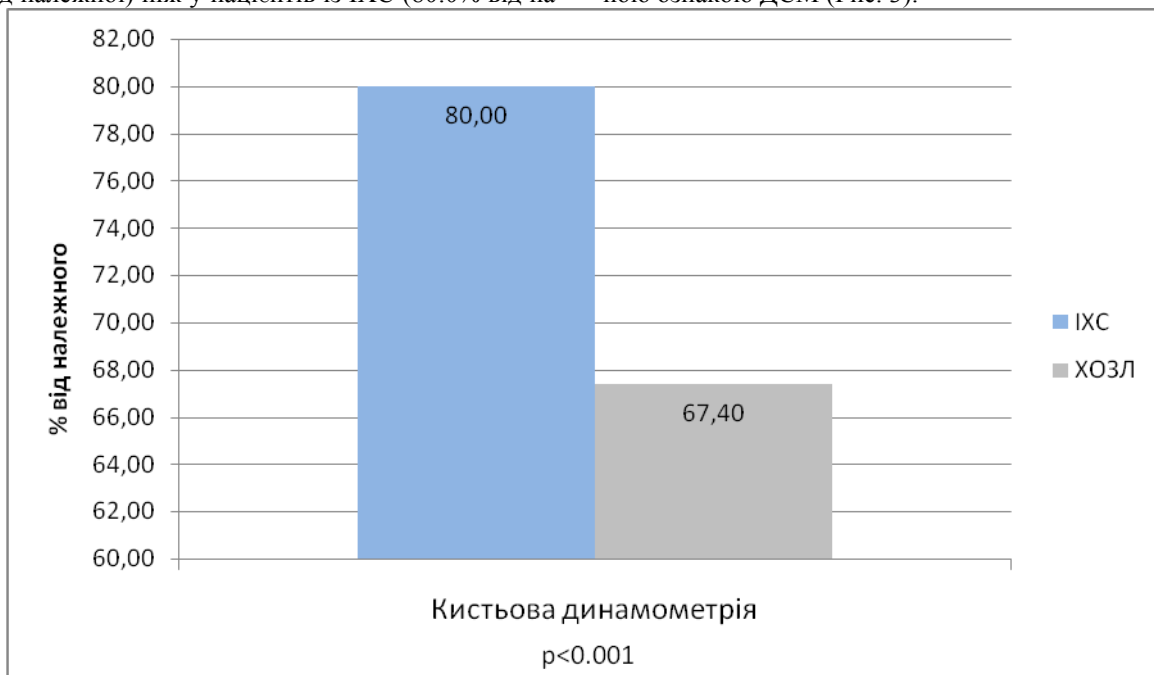


Рис. 3. Результати функціонального дослідження скелетних м'язів.

Тобто ДСМ є характерною ознакою лише для хворих ХОЗЛ, незважаючи на те, що пацієнти із IХС також мають фактори її розвитку.

Висновки і пропозиції. ДСМ при ХОЗЛ, з одного боку розглядається як системних компонент захворювання, з іншого - як коморбідний стан поряд з серцево-судинною патологією, депресією, остеопорозом, цукровим діабетом та ін. Фактори ризику та механізми її розвитку, морфологічні та функціональні зміни у скелетних м'язах а також методи їх дослідження є досить детально дослідженими.

За даними літератури та власними спостереженнями доведено, що незважаючи на значну поширеність факторів ризику ДСМ, вона розвивається саме у хворих з ХОЗЛ, а не IХС.

Відомості про вплив цього стану на перебіг ХОЗЛ, ступінь важкості чи якість життя досить обмежені, тому ДСМ не враховується при діагностиці, веденні та лікуванні пацієнтів. Проведення клінічних досліджень, спрямованих на вивчення взаємозв'язків функціонування опорно-рухового апарату та респіраторних симптомів, перебігу

ХОЗЛ і якості життя дозволять визначити місце ДСМ у діагностиці ХОЗЛ.

Список літератури:

1. Фещенко, Ю. І. Хронічне обструктивне захворювання легень і супутні депресія та розлади сну [Текст] / Ю. І. Фещенко, Л. О. Яшина, О. В. Поточняк // Український пульмонологічний журнал. – 2013. – № 3. – С. 33–40.
2. Фещенко, Ю. І. Фармакотерапія больних с обостреними хронического обструктивного заболевания лёгких [Текст] / Ю. И. Фещенко, В. К. Гаврисюк, А. Я. Дзюблик // Український пульмонологічний журнал. – 2008. – № 2. – С. 5–8.
3. Гаврисюк, А. И. Анализ перспектив применения функциональных тестов с ходьбой у больных хроническими заболеваниями легких [Текст] / Гаврисюк, А. И. Ячник, Е. А. Беренда // Український пульмонологічний журнал. – 2004. – №3. – С. 46–50.
4. Schols, A. M. Nutritional state and exercise performance in patients with chronic obstructive lung disease [Text] / A. Schols [et al.] // *Thorax*. – 1989. – Vol. 44. – P.937–941.
5. Shrikrishna, Quadriceps wasting and physical inactivity in patients with COPD [Text] / D. Shrikrishna, M. Patel, R. J. Tanner // *Eur Respir J*. – 2012. – Vol. 40. – P. 1115–1122.
6. Allaire, J. Peripheral muscle endurance and the oxidative profile of the quadriceps in patients with COPD [Text] / J. Allaire [et al.] // *Thorax*. – 2004. – Vol. 59. – P. 673–678.
7. Mador, M. J. Quadriceps Fatigability after Single Muscle Exercise in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease [Text] / M. J. Mador. // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2003. – Vol. 168. – P. 102-108.
8. Man, W. D. Symptoms and Quadriceps Fatigability after Walking and Cycling in Chronic Obstructive Pulmonary Disease [Text] / W. D. Man [et al.] // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2003. – Vol. 168. – P. 562-567.
9. Gosker, H. R. Skeletal muscle fibre-type shifting and metabolic profile in patients with chronic obstructive pulmonary disease [Text] / H. R. Gosker [et al.] // *Eur. Respir. J*. – 2002. – Vol. 19. – P. 617–625.
10. Jobin, J. Chronic obstructive pulmonary disease capillariry and fiber-type characteristics of skeletal muscle [Text] / J. Jobin [et al.] // *J Cardiopulm Rehab*. – 1998. – Vol. 18. – P. 432–437.
11. Sauleda, J. Cytochrome Oxidase Activity and Mitochondrial Gene Expression in Skeletal Muscle of Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease [Text] / J. Sauleda [et al.] // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 1998. – Vol. 157. – P. 1413-1417.
12. Gosker, H. R. Uncoupling protein-3 content is decreased in peripheral skeletal muscle of patients with COPD [Text] / H. R. Gosker [et al.] // *Eur Respir J*. – 2003. – Vol. 22. – P. 88–93.
13. Robles, P. G. Measurement of peripheral muscle strength in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review [Text] / P. G. Robles [et al.] // *Cardiopulm Rehabil*. – 2011. – Vol. 31. – P. 11-24.
14. Mador, M. J. Effect of Pulmonary Rehabilitation on Quadriceps Fatiguability during Exercise [Text] / M. J. Mador [et al.] // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2001. – Vol. 163. – P. 930-935.
15. Slinde, F. Body composition by bioelectrical impedance predicts mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients [Text] / F. Slinde [et al.] // *Respiratory Medicine*. – 2005. – Vol. 99. – P. 1004–1009.
16. Serres, I. Impaired skeletal muscle endurance related to physical inactivity and altered lung function in COPD patients [Text] / I. Serres [et al.] // *Chest*. – 1998. – Vol. 113. – P. 900–905.
17. Polkey, M. I. Quadriceps strength and fatigue assessed by magnetic stimulation of the femoral nerve in man [Text] / M. I. Polkey [et al.] // *Muscle Nerve*. – 1996. – Vol. 19. – P. 549–555.
18. Hiraga, T. Prognostic predictors for survival in patients with COPD using cardiopulmonary exercise testing [Text] / T. Hiraga [et al.] // *Clinical Physiology and Functional Imaging*. – 2003. – Vol. 23. – P. 324–331.
19. Watz, H. Physical activity in patients with COPD [Text] / H. Watz [et al.] // *ERJ*. – 2009. – Vol. 33. – P. 262-272.
20. Wust, R. C. Skeletal muscle properties and fatigue resistance in relation to smoking history [Text] / R. C. Wust [et al.] // *Eur J Appl Physiol*. – 2008. – Vol. 104. – P. 103–110.
21. Barreiro, E. Cigarette Smoke-induced Oxidative Stress [Text] / E. Barreiro [et al.] // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2010. – Vol. 182. – P. 477-488.
22. Hoppeler, H. Morphological adaptations of human skeletal muscle to chronic hypoxia [Text] / H. Hoppeler [et al.] // *Int J Sports Med*. – 1990. – Vol. 11. – P. 3–9.
23. Howald, H. Effect of chronic hypoxia on muscle enzyme activities [Text] / H. Howald [et al.] // *Int J Sports Med*. – 1990. – Vol. 11. – P. 510–514.
24. Sahlin, K. Fatigue and phosphocreatine depletion during carbon dioxide-induced acidosis in rat muscle [Text] / K. Sahlin, L. Edstrom, H. Sjöholm // *Am. J. Physiol*. – 1983. – Vol. 245. – P. 15–20.
25. Gertz, I. Muscle metabolism in patients with chronic obstructive lung disease and acute respiratory failure [Text] / I. Gertz [et al.] // *Clin. Sci. Mol. Med*. – 1977. – Vol. 52. – P. 396–403.
26. Juan, G. Effect of carbon dioxide on diaphragmatic function in human beings [Text] / G. Juan [et al.] // *N. Engl. J. Med*. – 1984. – Vol. 310. – P. 874–879.
27. Ji, L. L. Exercise, oxidative stress, and anti-oxidants [Text] / L. L. Ji // *Am J Sports Med*. – 1996. – Vol. 24. – P. 520–524.
28. Rahman, I. Systemic oxidative stress in asthma, COPD, and smokers [Text] / I. Rahman [et al.] // *Am J Respir Crit Care Med*. – 1996. – Vol. 154. – P. 1055–1060.

29. Rahman, I. Attenuation of oxidant/antioxidant imbalance during treatment of exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease [Text] / I. Rahman, E. Skwarska, W. MacNee // *Thorax*. – 1997. – Vol. 52. – P. 565–568.
30. Decramer, M. Corticosteroids contribute to muscle weakness in chronic airflow obstruction [Text] / M. Decramer [et al.] // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 1994. – Vol. 150. – P. 11–16.
31. Engelen, M. P. Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in out-patients with COPD [Text] / M. P. Engelen [et al.] // *Eur. Respir. J.* – 1994. – Vol. 7. – P. 1793–1797.
32. Vermeeren, M. A. Prevalence of nutritional depletion in a large out-patient population of patients with COPD [Text] / M. A. Vermeeren [et al.] // *Respiratory Medicine*. – 2006. – Vol. 100. – P. 1349–1355.
33. Eid, A. A. Inflammatory response and body composition in chronic obstructive pulmonary disease [Text] / A. A. Eid [et al.] // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2001. – Vol. 164. – P. 1414–1418.
34. Spruit, M. A. Muscle force during an acute exacerbation in hospitalised patients with COPD and its relationship with CXCL8 and IGF-I [Text] / M. A. Spruit [et al.] // *Thorax*. – 2003. – Vol. 58. – P. 752–756.
35. Debigare, R. Catabolic/anabolic balance and muscle wasting in patients with COPD [Text] / R. Debigare [et al.] // *Chest*. – 2003. – Vol. 124. – P. 83–89.
36. Kamischke, A. Testosterone levels in men with chronic obstructive pulmonary disease with or without glucocorticoid therapy [Text] / A. Kamischke [et al.] // *Eur. Respir. J.* – 1998. – Vol. 11. – P. 41–45.
37. Hopkinson, N. S. Angiotensin converting enzyme genotype and strength in chronic obstructive pulmonary disease [Text] / N. S. Hopkinson [et al.] // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2004. – Vol. 170. – P. 395–399.
38. Hopkinson, N. S. Vitamin D receptor genotypes influence quadriceps strength in chronic obstructive pulmonary disease [Text] / N. S. Hopkinson [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2008. – Vol. 87. – P. 385–390.
39. Dilyara G. Systemic Inflammation in COPD: Is Genetic Susceptibility a Key Factor? [Text] / G. Dilyara [et al.] // *Journal of chronic obstructive pulmonary disease*. – 2006. – Vol. 3. – P. 51–61.
40. Burgel, P. R. Clinical COPD phenotypes: a novel approach using principal component and cluster analyses [Text] / P. R. Burgel [et al.] // *ERJ*. – 2010. – Vol. 36. – P. 531–539.
41. Verhamme, F. M. Role of activin-A in cigarette smoke-induced inflammation and COPD [Text] / F. M. Verhamme [et al.] // *ERJ*. – 2013. Epub ahead of print.
42. Bohannon, R. W. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis [Text] / R. W. Bohannon // *Physiotherapy*. – 2006. – Vol. 92. – P. 11–15.
43. Schutz, Y. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18–98 y. [Text] / Y. Schutz [et al.] // *International Journal of Obesity*. – 2002. – Vol. 26. – P. 953–960.
44. Wu, L. Transforming growth factor- β_1 genotype and susceptibility to chronic obstructive pulmonary disease [Text] / L. Wu [et al.] // *Thorax* – 2004. – Vol. 59. – P. 126–129.
45. Gayda, M. Assessment of skeletal muscle fatigue in men with coronary artery disease using surface electromyography during isometric contraction of quadriceps muscles [Text] / M. Gayda [et al.] // *Arch Phys Med Rehabil* – 2005. – Vol 86. – P. 210–215.
46. Gayda, M. Effects of exercise training modality on skeletal muscle fatigue in men with coronary heart disease [Text] / M. Gayda, D. Choquet, S. Ahmaidi // *J Electromyogr Kinesiol* – 2009. – Vol 19. – P. 32–39.
47. Bernard, S. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease [Text] / S. Bernard [et al.] // *Am J Respir Crit Care Med*. – 1998. – Vol. 158. – P. 629–634.
48. Augusti, A.G.N. COPD, a multicomponent disease: implications for management [Text] / A.G.N. Augusti // *Respiratory Medicine*. – 2005. – Vol. 99. – P. 670–682.
49. Steuten, Lotte M.G. COPD as a multicomponent disease: Inventory of dyspnoea, underweight, obesity and fat free mass depletion in primary care [Text] / Lotte M.G. Steuten [et al.] // *Primary Care Respiratory Journal*. – 2006. – Vol. 15. – P. 84–91.

Сальков Микола Миколайович

Кандидат медичних наук, асистент кафедри нервових хвороб та нейрохірургії ФУЛ, Дніпропетровська Медична Академія

Salkov M.

MD, PhD, Assistant of department of nervous diseases and neurosurgery, Dnipropetrovsk Medical Academy

РОЗРОБКА СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ТАКТИКИ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМО-ВИВИХІВ ШИЙНОГО ВІДДІЛУ ХРЕБТА ЗА ДОПОМОГОЮ СКОБИ ГАРДНЕРА-УЕЛЛСА

ADVANCED APPROACH OF SURGICAL MANAGEMENT OF CERVICAL FACET DISLOCATION BY GARDNER-WELLS TONGS

Анотація

У клініці зроблено 8 декомпресивно-стабілізуючих операцій у пацієнтів з переломами-вивихами в шийному відділі хребта. Декомпресію здійснювали шляхом тракції скобою Гарднера-Уеллса за тім'яні бугри протягом 24 годин, після чого, проводили стабілізацію перелома-вивиху переднім доступом. В 2-х спостереженнях відзначався перелома-вивих C4-C5, в 4-х пацієнтів C5-C6 і в 2-х випадках C6-C7. Всі пацієнти мали неврологічні розлади за шкалою ASIA. В 1 хворого ASIA - A, в 3-х випадках ASIA - C і в 4 - х ASIA - D. Чоловіків було 6 і жінок 2. В одного пацієнта відзначався нейрогенний шок. Для верифікації ушкодження хребта проводили спондилографію, КТ і стандартне МРТ дослідження шийного відділу спинного мозку.

Висновки: Використання скоби Гарднера-Уеллса дозволяє здійснити вправлення вивиху хребців закритим методом. Для верифікації ушкодження зв'язкового апарату й компресії спинного мозку посттравматичною міжхребцевою грижею, епідуральною гематомою обов'язковим є МРТ дослідження. Метод лікування дозволяє підвищити ефективність неврологічного відновлення в пацієнтів з переломами-вивихами в шийному відділі хребта. Витягіння за тім'яні бугри скорочує час стабілізуючої операції й сприяє зменшенню операційної травми.

Ключові слова: хреботно-спинномозкова травма, скоба Гарднера-Уеллса, декомпресія, перелома-вивих.

Summary

The clinic made 8 operations in patients with cervical facet dislocations. Decompression done by tong Gardner-Wells within 24 hours, after which stabilization was carried by anterior approach. In 2 patients was cervical dislocations C4-C5, in 4 patients C5-C6 and in 2 cases the C6-C7. All patients had neurological disorders at ASIA scale. In 1 patient ASIA - A, in 3 cases ASIA - C and 4 - ASIA - D. Own patient had neurogenic shock. For verification carried X-ray, CT and standard MRI of the cervical spinal cord.

Conclusions: The Gardner-Wells Tongs allows for reduction of dislocation of vertebrae closed method. For verification of damage of ligaments and spinal cord compression, post-traumatic intervertebral hernia, epidural hematoma is mandatory MRI. The method of treatment can increase the effectiveness of neurological recovery in patients with cervical dislocations. The reposition reduces the time of stabilization operation and reduces operational trauma.

Keywords: spinal cord injury, Gardner-Wells tongs, decompression, cervical facet dislocations.

Постановка проблеми. До сих пір не існує єдиної думки, чи є закриті вправлення перелома-вивихів в шийному відділі хребта основним методом декомпресії або тільки підготовчим до проведення стабілізуючої операції. Відомості про терміни і тактики проведення редукції, також є неоднозначними. Багато авторів схиляються до того, що тракцію й закриті вправлення варто розглядати як додатковий або допоміжний метод лікування, а не альтернативу хірургії [1-3].

На нашу думку, нами розроблена оптимальна тактика лікування пацієнтів з цією патологією, розроблено показання, методика і терміни проведення закритої репозиції перелому-вивиху в шийному відділі хребта.

Аналіз досліджень і публікацій. В 1933 р. Кратчфельд (Crutchfield) уперше описав тракцію шийного відділу хребта при його пошкодженні за

кістки черепа. Згодом, були розроблені різні способи іммобілізації й зовнішньої стабілізації шийного відділу хребта (скоба Кратчфельда, петля Гліссона, скоба Кону, скоба Вірджинського університету, скоба Гарднера-Уеллса, Halo-апарат). Тракційний метод використовується в п'яти випадках хреботно-спинномозкової травми: субосьових дислокаціях, атланта-аксіальних ротаційних підвивихах, вибухових переломах, сгинальних переломах типу "сльози", субосьових травматичних спондилозах. Grant провів ретроспективне дослідження 82 пацієнтів з односторонніми й двусторонніми перелома-вивихами в яких використовувалася тракція шийного відділу хребта й виявив позитивну динаміку в 97,6% пацієнтів. Неврологічне поліпшення за шкалою American Spinal Injury Association (ASI) склало 9 і 12 балів у пацієнтів з повним і не повним ушкодженням спинного мозку, відповідно, протя-

гом 24 годин після тракції. У іншому ретроспективному огляді 68 пацієнтів, Hadley відзначив успішне закриття вправлення тільки 58% пацієнтів. Об'єднане дослідження закритого вправлення вивихів шийного відділу хребта показує ефективність - 80% [4-6].

Найбільше поширення одержала скоба Гарднера-Уеллса. Вправлення вивихів за допомогою скоби має вкрай низьку частоту ускладнень, таких як, перфорація черепа й абсцес головного мозку. Установка скоби протипоказана в пацієнтів із травмою черепа. Ризик збільшення неврологічного дефіциту менш ніж 1,0%. Неврологічне погіршення після закритої репозиції обумовлено декількома факторами, такими як, грижі міжхребцевих дисків, епідуральна гематома, переломи хребців у пацієнтів з анкілозуючим спондилітом; набряк спинного мозку [7].

Важливе значення має МРТ дослідження, особливо в пацієнтів з ротаційними атланта-аксіальними вивихами й анкілозуючими спондилітами. Проводять оцінку цілісності поперечної зв'язки. Якщо поперечна зв'язка ушкоджена, закриття репозиція протипоказана. Проведення маніпуляції під наркозом повинне виконуватися з особливою обережністю, тому що порівняльні дослідження по-

казали більш високий рівень ускладнень, у порівнянні з пацієнтами, що знаходяться у свідомості. [1-3].

Ціль статті. Розробити оптимальну тактику до хірургічного лікування переломо-вивихів шийного відділу хребта за допомогою скоби Гарднера-Уеллса.

Виклад основного матеріалу. У клініці зроблено 8 декомпресивно-стабілізуючих операцій у пацієнтів з переломо-вивихами в шийному відділі хребта. Декомпресію здійснювали шляхом тракції скобою Гарднера-Уеллса за тім'яні бугри протягом 24 годин, після чого, проводили стабілізацію переломо-вивиху переднім доступом.

В 2-х спостереженнях відзначався переломо-вивих С4-С5, в 4-х пацієнтів С5-С6 і в 2-х випадках С6-С7. Всі пацієнти мали неврологічні розлади за шкалою ASIA. В 1 хворого ASIA - А, в 3-х випадках ASIA - С і в 4 - х ASIA - D. Чоловіків було 6 і жінок 2. В одного пацієнта відзначався нейрогенний шок, що проявлявся артеріальною гіпотонією (АТ < 90 мм.рт.ст.) і брадикардією (ЧСС 52 уд. за хв.).

Для верифікації ушкодження хребта проводили спондилографію, КТ і стандартне МРТ дослідження шийного відділу спинного мозку при надходженні в стаціонар (рис. 1).



Рис. 1. КТ дослідження шийного відділу хребта. Переломо-вивих С5-С6 (сагітальна проекція).

При відсутності компресії грижею міжхребцевого диска, епідуральною гематомою, перелому хребця внаслідок анкілозуючого спондиліту й вираженого набряку спинного мозку, тракцію здійснювали скобою Гарднера-Уеллса (Gardner-Wells).

Скоба являє собою, дугу, що повторює контур коронарного шва черепа, із загостреними кінцями форми гвинтами (рис. 2).



Рис. 2. Скоба Гарднера–Уэллса (Gardner–Wells).

Залежно від характеру пошкодження хребців, шия в процесі витягання може перебувати в нейтральному положенні або в положенні розгинання. При сгинальному механізмі пошкодження, коли є порушення заднього зв'язочного комплексу, витягання проводиться в розігнутому положенні ший. Положення розгинання досягається укладанням валика під плечі. Однак, у більшості випадків необхідно нейтральне положення. Фізіологічний лордоз досягається укладанням під ший валика відповідного розміру.

Методика витягання.

Навколо місця введення штифтів волосся виголювали. Це мало важливе значення для зменшення ймовірності утворення остеомієліту черепа. Потім, шкіру в області проколу обробляли розчинами антисептиків. Скальп інфільтрували розчином місцевого анестетику у двох симетричних точках, які розташовувалися на 1,0 см. вище верхнього краю відповідної вухної раковини в області тим'яних бугрів, але нижче екватора голови. Загострені кінці штифтів скоби вводили в шкіру впритул до кісток черепа. При введенні, гвинти направляються догору, шкіра навколо них натягається, що прикриває місце проколу й перешкоджає кровотечі. Для міцної фіксації скоби при ослабленні штифтів, вгвинчування підсилюють. Маніпуляцію повторюють доти, доки кріплення штифтів у кістці не буде

стабільним. Неправильна установка гвинтів, спереду може призвести до порушення функції скроневих м'язів і викликати тризм. З метою забезпечення фізіологічного шийного лордозу під ший уклали валик. Для досягнення необхідного витягання до скоби підвішували вантаж. Первісна вага становила 4,5 кг. Потім щогодини додавали по 2,2 кг. на кожен міжхребцевий проміжок вище місця пошкодження. Після кожного збільшення ваги вантажу, ретельно досліджували неврологічний статус і при відсутності змін робили подальші маніпуляції. М'язовий спазм може значно затруднити процедуру, тому необхідно введення міорелаксантів і седативних засобів. Варто обережно проводити маніпуляцію при ушкодженні зв'язочного апарату, що б не викликати його перерозтягання. Після проведення процедури пацієнт перебував на витягання протягом 24 годин. Протягом цього часу проводили дослідження неврологічного статусу й перевіряли міцність кріплення скоби. При необхідності вводили анальгетики. Через добу зробили контрольні спондилограми шийного відділу, після чого, вантаж видаляли й приступали до наступного етапу лікування, хірургічної стабілізації пошкодженого сегмента переднім доступом (рис. 3, 4).



Рис. 3. Проведення тракції скобою Гарднера-Уеллса (Gardner-Wells).

За даними додаткових методів дослідження (спондилограми, КТ, МРТ дослідження) визначали ознаки нестабільності, які проявлялися:

- збільшенням проміжку між суміжними остистими відростками
- збільшенням висоти міжхребцевого диска

- зсувом тіла хребця вперед або назад більше ніж на 3,5 мм.
- збільшенням кута між суміжними хребцями

Ознаки нестабільності, внаслідок ушкодження зв'язочного апарата й суглобових відростків були виявлені у всіх пацієнтів.



Рис. 4. Контрольна спондилограма шийного відділу в бічній проекції через 24 години.

На операційному столі скобу видаляли й місця проколів обробляли розчинами антисептиків. Стабілізуюча операція виконувалася переднім

шийним доступом за стандартною методикою. Для стабілізації ушкодженого сегмента використовували титанові кейдж і пластину (рис. 5, 6).

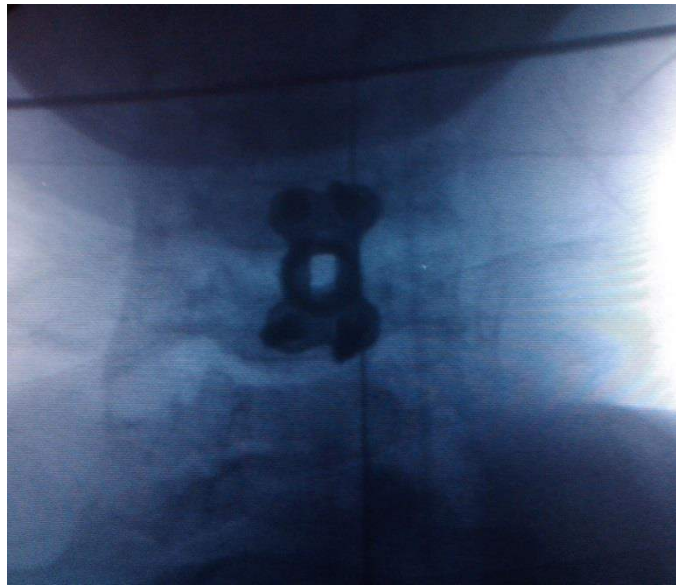


Рис. 5. Спидилограма шийного відділу хребта в прямій проекції після проведення стабілізуючої операції. Установлені кейдж і пластина.

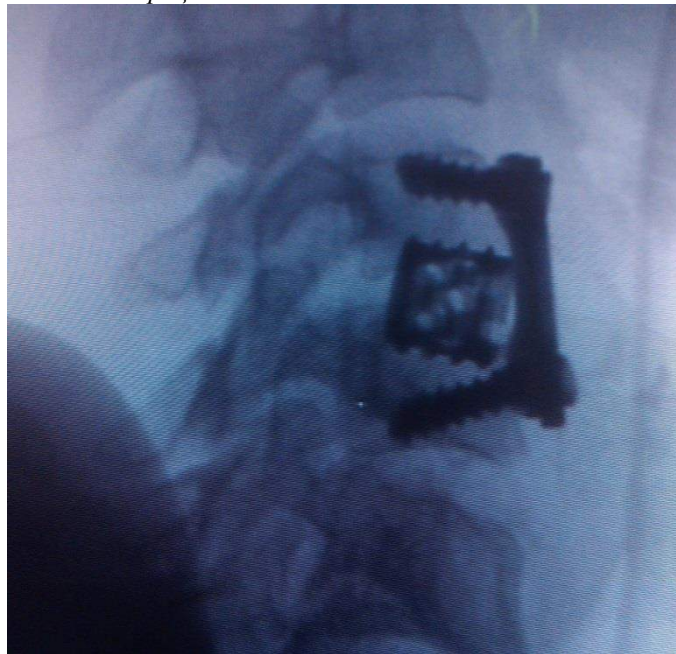


Рис. 6. Спидилограма шийного відділу хребта в бічній проекції після проведення стабілізуючої операції. Установлені кейдж і пластина.

Після стабілізації починали активізацію пацієнта, попередньо наклавши твердий шийний комір типу Філадельфія або Майамі. Для профілактики постуральної гіпотонії, внаслідок симпатичного паралічу, пацієнта переводять у вертикальне положення поступово, надаючи підняте положення в ліжку протягом декількох днів, після чого, пересаджують у крісло каталку. Еластичні панчохи можуть зменшити депонування крові в периферичних судинах, викликане симпатичним паралічем. Також для зменшення постуральної гіпотонії застосовували ефедрин у дозі 15-30 мг. в/м за 20-30 хв. до переходу у вертикальне положення. Через 4 місяці проводили контрольне рентгенологічне дослідження й при підтвердженні стабільності ушкодженого сегмента твердий комір може бути замінений на м'який.

Проведення витягання за тім'яні бугри скобою Гарднера-Уеллса дозволило у всіх пацієнтів (8 чоловік) зробити відновлення осі хребетного каналу й декомпресію спинного мозку, що дозволило виконати стабілізацію хребетно-рухового сегмента тільки переднім доступом. При проведенні контрольних рентгенограм після витягання вивиху у суглобних відростках був відсутній, що не вимагало необхідності в стабілізації переломо-вивиху комбінованим доступом (передній + задній).

В одного хворого в області проколу шкіри штифтами було виявлене запалення шкірних покривів у вигляді набряку, почервоніння й серозного відокремлюваного з місця пошкодження, що потребувало дренивання ран, промивання їх розчинами антисептиків і призначення антибіотиків.

У всіх пацієнтів відзначався дискомфорт в області шиї й місцева болючість в місці введення

штифтів, що купувалася анальгетиками. Ускладненень у соматичному стані хворих не було.

В 5 пацієнтів у процесі лікування виявлене поліпшення неврологічного статусу. В 2-х випадках відзначався перехід із групи С у групу D і в 3-х із групи D у групу E за шкалою ASIA. В інших пацієнтів змін виявлено не було, однак відзначалися сегментарні поліпшення в чутливій і моторній сфері.

Після проведення стабілізуючої операції на другу добу, пацієнтів починали активізувати, поступово переводячи у вертикальне положення. Хворі були виписані зі стаціонару на 10-12 добу для подальшого реабілітаційного лікування.

1. Використання скоби Гарднера-Уеллса дозволяє здійснити вправлення вивиху хребців закритим методом.

2. Для верифікації ушкодження зв'язкового апарату й компресії спинного мозку посттравматичною міжхребцевою грижею, епідуральною гематомою обов'язковим є МРТ дослідження.

3. Метод лікування дозволяє підвищити ефективність неврологічного відновлення в пацієнтів з переломо-вивихами в шийному відділі хребта.

4. Вітяжіння за тім'яні бугри скорочує час стабілізуючої операції й сприяє зменшенню операційної травми.

Список літератури:

1. The timing and influence of MRI on the management of patients with cervical facet dislocations remains highly variable: a survey of members of the

Spine Trauma Study Group [Text] / J. N. Grauer, A. R. Vaccaro, J. Y. Lee [et al.] // J Spinal Disord Tech. – 2009. – Vol. 22, No. 2. – P. 96 – 99.

2. The pullout strength of titanium alloy MRI-compatible and stainless steel MRI-incompatible Gardner-Wells tongs [Text] / K. D. Blumberg, J. B. Catalano, J. M. Cotler, R. A. Balderston // Spine. – 1993. – Vol. 18, No. 13. – P. 1895 – 1896.

3. Acute quadriplegia following closed traction reduction of a cervical facet dislocation in the setting of ossification of the posterior longitudinal ligament: case report [Text] / D. W. Wimberley, A. R. Vaccaro, N. Goyal [et al.] // Spine. – 2005. – Vol. 30, No. 15. – E433-E438.

4. Risk of early closed reduction in cervical spine subluxation injuries [Text] / G. A. Grant, S. K. Mirza, J. R. Chapman [et al.] // J Neurosurg. – 1999. – Vol. 90. – P. 13 – 18.

5. Facet fracture-dislocation injuries of the cervical spine [Text] / M. N. Hadley, B. C. Fitzpatrick, V. K. Sonntag [et al.] // Neurosurgery. – 1992. – Vol. 30. – P. 661 – 666.

6. Immediate closed reduction of cervical spine dislocations using traction [Text] / A. M. Star, A. A. Jones, J. M. Cotler, R. A. Balderston [et al.] // Spine. – 1990. – Vol. 15, No. 10. – P. 1068 – 1072.

7. A biomechanical comparison of Gardner-Wells tongs and halo device used for cervical spine traction [Text] / J. A. Lerman, R. J. Haynes, E. J. Koeneman, J. B. Koeneman [et al.] // Spine. – 1994. – Vol. 19, No. 21. – P. 2403 – 2406.

УДК: 616.832-004.2

Фокіна Оксана Томашівна
Фокина Оксана Томашевна
Fokina Oksana

Комунальний заклад Вінницька обласна психоневрологічна лікарня ім. Акад. Ющенко О.І.

Коммунальное учреждение Винницкая областная психоневрологическая больница им. Акад. Ющенко А.И.

Municipal institution The Vinnytsia regional neuropsychiatric hospital behalf of Acad. Yushchenko A.I.

ОФТАЛЬМОЛОГИЧНІ СИМПТОМИ МНОЖИННОГО СКЛЕРОЗУ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЕ СИМПТОМЫ МНОЖЕСТВЕННОГО СКЛЕРОЗА OPHTHALMOLOGICAL SYMPTOMS OF MULTIPLE SCLEROSIS

Анотація: Зростаючий рівень захворюваності в поєднанні з високим рівнем інвалідизації обумовлюють актуальність проблеми раннього розпізнавання симптомів множинного склерозу. Проведений ретроспективний аналіз комплексного обстеження та лікування 103 пацієнтів з симптомами множинного склерозу. У статті наведено результати власних клінічних спостережень по офтальмологічному дослідженню хворих в комплексі діагностичних заходів. Проведено аналіз структури офтальмологічних ускладнень та прогнозу щодо відновлення зору.

Аннотация: Растущий уровень заболеваемости в сочетании с высоким уровнем инвалидизации обуславливают актуальность проблемы раннего распознавания симптомов множественного склероза. Проведен ретроспективный анализ комплексного обследования и лечения 103 пациентов с симптомами множественного склероза. В статье приведены результаты собственных клинических наблюдений по офтальмологическому исследованию больных в комплексе диагностических мероприятий. Проведен анализ структуры офтальмологических осложнений и прогноза восстановления зрения.

Summary: The increasing level of morbidity combined with high level of disability determines the relevance of early detection of the symptoms of multiple sclerosis. The retrospective analysis of complex examination and

treatment of 103 patients with symptoms of multiple sclerosis has been made. The article gives results of ophthalmic research which were made in the complex of diagnostic measures in the course of examination and treatment of patients. The analysis of the structure of ophthalmic complications and prognosis to restore vision are given in the article.

Ключові слова: множинний склероз, офтальмологічні симптоми.

Ключевые слова: множественный склероз, офтальмологические симптомы.

Keywords: multiple sclerosis, ophthalmic symptoms.

Вступ: Діагностика та лікування множинного склерозу (МС) впродовж останнього десятиріччя залишається відкритою проблемою, про що свідчить постійне переосмислення лікувально-тактичних підходів при цій патології [1,2,3,4]. Вивченню клінічних проявів, варіантів перебігу та прогнозу цього захворювання присвячена значна кількість робіт [1,5,6]. Це пов'язано з актуальністю даної проблеми через значну кількість хворих з МС, широкою різноманітністю його перебігу, недостатньою ефективністю існуючих методів його лікування, що обумовлює високий рівень інвалідності, а також неоднозначністю підходів до визначення об'єктивних критеріїв важкості перебігу захворювання та його прогнозу. Клінічні та експериментальні дослідження стосовно офтальмологічної симптоматики при МС, наведені в літературі, не в повній мірі співставимі внаслідок різної тривалості та тяжкості перебігу захворювання, а також строками обстеження. Проте, вони свідчать про значну варіативність форм порушення функцій зорового аналізатора у цій категорії хворих.

Мета дослідження: Покращити ранню діагностику МС, вивчити структуру офтальмологічних ускладнень при даному захворюванні як потенціальних факторів погіршення перебігу захворювання та прогнозу відновлення працездатності.

Матеріал та методи дослідження: На базі Вінницького обласного центру множинного склерозу та споріднених демієлізуючих захворювань під нашим наглядом проходили обстеження та лікування 103 хворих на розсіяний склероз, з них 30 чоловіків та 73 жінки, в віці від 18 до 57 років (середній вік 35 ± 2 роки) впродовж 2013-2015рр. Основою для діагностики МС були клінічні діагностичні критерії McDonald. Відбір пацієнтів та включення їх в дослідження здійснювалось після верифікації діагнозу МС (за даними МРТ).

Остаточний діагноз розсіяного склерозу виявляли після комплексного клініко-лабораторного обстеження хворих, аналізу даних МРТ, оцінки за шкалою EDSS та відповідності критеріям McDonald.

Усім хворим проведено комплекс клініко-лабораторних та інструментальних (рентгенологічного, томографічного) методів дослідження, а також огляд офтальмолога та фахівців інших спеціальностей.

При проведенні комплексного обстеження офтальмологічні симптоми були виявлені у 92 пацієнтів (68 жінок та 24 чоловіків) у віці від 18 до 45 років. Дані симптоми при МС відрізнялись значною варіативністю, як правило, проявлялися рано через локалізацію бляшок в області зорового нерва. Це

обумовлювало розвиток одного з основних проявів захворювання – ретробульбарного невриту.

Результати та їх обговорення: За отриманими результатами офтальмологічна симптоматика МС була виявлена у 89,3% обстежених хворих (92/103): у 76 (73,8%) пацієнтів зорові порушення передували неврологічним, а у інших 16 (15,5%) обстежених – вони з'явилися в процесі захворювання. Більш того у 20 (19,4%) обстежених ретробульбарний неврит довгий час був єдиним симптомом МС.

У 43 (41,7%) обстежених хворих клінічно спостерігався гострий ретробульбарний неврит, при якому швидко падала гострота зору до сотих чи світовідчуття та лише у 16 (15,5%) хворих ретробульбарному невриту передували парези та паралічі око рухового та лицьового нервів, коротко часова, здебільшого одностороння, повна втрата зору чи зниження гостроти зору. Через кілька днів (від 3 до 6 діб) після майже цілковитої втрати зору починалося покращення або повне відновлення гостроти зору.

Нами спостерігалися різноманітні зміни поля зору в залежності від локалізації бляшок у зорових шляхах. У 62 (60,2%) були виявлені абсолютні чи відносні центральні, парацентральні чи кільцевидні скототи, звуження поля зору та геміанопічні дефекти. Поява центральних скотом обумовлена ураженням папіломакулярного пучка; поява геміанопічних дефектів свідчить про ураження хіазми. У 6 (5,8%) хворих скототи мали мігруючий характер у зв'язку з виникненням нових бляшок, а поява гомонічних скотом свідчила про перехід процесу на зоровий тракт. Паралельно з відновленням гостроти зору скототи зменшувались, ставали спочатку відносними на білий колір. Зберігаючись абсолютними на кольори, згодом повністю відновлювалась сприйняття білого кольору та залишалась відносна скотома на кольори, яка згодом зникала.

Внаслідок захворювання на ретробульбарний неврит у 26 (25,2%) хворих спостерігалась часткова атрофія зорових нервів (скронева частина зорового нерва ставала білою, що свідчило про ураження папіломакулярного пучка).

Типовим для перебігу МС є розбіжність між зоровими функціями та картиною очного дна. Різноманітні порушення зорових функцій були виявлені у 34 (33,0%) обстежених хворих на МС, у яких білі відсутні симптоми ретробульбарного невриту. Для цих хворих типовими були відносні центральні скототи на червоний та зелений колір, які передували появі центральної скототи на білий колір; значне погіршення темної адаптації, параліч відвідного нерва. Паралічі очних м'язів супроводжувалися косоокістю, двоїнням. Ністагм

спостерігався у всіх обстежених нами хворих на МС.

Наведені вище симптоми проявлялись у всіх хворих незалежно від статі та віку. Прогноз офтальмологів щодо відновлення зору більш оптимістичний, якщо МС починається з гострого ретроульбарного невриту та значно гірше, якщо ретроульбарний неврит виникає під час розгорнутого перебігу хвороби.

Висновки:

1. Високий рівень зорових порушень при МС (89,3%) обумовлює доцільність та необхідність включення офтальмологічного дослідження в якість одного з першочергових діагностичних заходів в протоколи ведення хворих з МС.

2. Зорові порушення при МС відрізняються значною варіативністю та у 73,8% пацієнтів передують неврологічним симптомам захворювання.

3. Структура офтальмологічних симптомів при розсіяному склерозі є визначальною при прогнозі щодо відновлення зору та інвалідації хворих.

Список літературних джерел:

1. Randomized trial of oral and intravenous methylprednisolone in acute relapses of multiple sclerosis/D. Barnes, R. Hughes, R. Morris [et al.]//Lancet.-2011.-№349.-P.902-906.

2. Bayas A. Managing the adverse effect of interferon-b therapy in multiple sclerosis/A.Bayas, P. Reickmann/Drug Sarety.-2015. - №22.-P. 149-159.

3. European/Canadian multicenter, double-blind, randomized, placebo-controlled study of the effect of glatiramer acetate on magnetic resonance imaging-measured disease activity and burden in patient with relapsing multiple sclerosis/G. Comi, M. Filippi, J.S. Wolinsky [et. al.]//Ann. Neurol.-2015.-№49.-P.290-297.

4. Relapses and progression of disability in multiple sclerosis/C. Confavreux, S. Vukusic, T. Moreau, P. Adeleine//N. Engl.J.Med.-2010.-№343.-P.1430-1438.

5. McDonnell G.V. Primary progressive multiple sclerosis: increasing clarity but many unanswered questions/G.V. McDonnell, S.A. Hawkins//J. Neurol. Sci.-2012.-№199.-P.1-15.

Юзвенко Т.Ю.

Украинский научно-практический центр эндокринной хирургии, трансплантации эндокринных органов и тканей МЗ Украины, г. Киев

ПОКАЗАТЕЛИ ГОРМОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И КЛЕТЧНОГО ЗВЕНА ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ И ГИПОТИРЕОЗОМ

Резюме.

Целью работы было изучение особенностей иммунологического статуса у больных сахарным диабетом (СД) в сочетании с гипотиреозом. Материалы и методы. Под наблюдением находились группы больных, у которых диагностирован СД 1-го типа с гипотиреозом (n=21), СД 2-го типа с гипотиреозом (n=34) и первичный гипотиреоз без СД (n=27). Результаты. У больных СД 2-го типа с гипотиреозом выявлены однонаправленные изменения в Т-клеточном звене иммунной системы и цитокиновом профиле: достоверное снижение CD8⁺-лимфоцитов, повышение значения ИРИ, уровня ИЛ-6, что свидетельствует о наличии иммуносупрессии при условии метаболических нарушений, характерных для СД 2-го типа, и является фактором риска возникновения аутоиммунных процессов. Выводы. В развитии аутоиммунных нарушений у больных СД с гипотиреозом существенное значение имеет повышение уровня CD4⁺ и снижение уровня CD8⁺. Повышение уровня CD4⁺ в дальнейшем приводит к стимулирующему влиянию на В-лимфоциты и продуцирование аутоантител.

Ключевые слова: сахарный диабет, гипотиреоз, цитокиновый профиль.

Summary

Objective. The purpose of the study was to estimate immunological peculiarities of patients with diabetes mellitus (DM) and hypothyroidism. Materials and methods. In this study there were included patients with DM type 1 and hypothyroidism (n=21), DM type 2 and hypothyroidism (n=34) and with primary hypothyroidism without DM (n=27). Results. The similar changes have been revealed in T-cell immunological response and cytokine profile in all patients with DM type 2 and hypothyroidism: reliable decrease of CD8⁺ cells and increase in IL-8 and IRI. This evidences immunosuppression in cases of metabolic changes as in DM and may lead to rise of autoimmune processes. Conclusions. It was shown the significant role of decrease of CD8⁺ cells and increase of CD4⁺ cells in rise of autoimmune processes in patients with diabetes mellitus type 2 and hypothyroidism. The increase in CD4⁺ cells leads to stimulation of B-cells and autoantibody production.

Key words. diabetes mellitus, hypothyroidism, cytokine profile

Введение

Важнейшей медико-социальной проблемой современного общества является пандемия сахарного диабета (СД) 2-го типа, а также значительное увеличение частоты заболеваний щитовидной железы (ЩЖ), в частности, гипотиреоза. По данным литературы 3-4 % населения страдает гипотиреозом и 6,6 % - СД 2-го типа в возрастной группе 20-

70 лет [1]. За последние годы отмечается увеличение заболеваемости СД 2-го типа и гипотиреозом, как в промышленно развитых странах, так и в развивающихся странах, что связано с социально-экономическими и демографическими изменениями [2]. Исследователи пришли к единому общему заключению: частота распространенности гипотиреоза у больных СД 2-го типа достоверно выше, чем в общей популяции [3].

Для больных СД 2-го типа характерно ожирение (почти у 90 %), при наличии которого повышается уровень провоспалительных цитокинов, что усугубляет существующие иммунологические нарушения. Провоспалительные цитокины способны модулировать иммунологическую функцию через ряд механизмов, результатом которых являются нарушения иммунной системы, что благоприятствует возникновению аутоиммунных заболеваний, поэтому в последние годы значительное внимание исследователей уделяется выяснению роли баланса провоспалительных цитокинов в патогенезе аутоиммунных заболеваний [4]. Значение иммунологической супрессии, как ведущего фактора развития сопутствующих аутоиммунных заболеваний у больных СД 2-го типа, убедительно доказывается рядом исследований, которые показали, что поддержка жесткого метаболического контроля позволяет улучшить иммунологические изменения [5]. Своевременная диагностика сопутствующих аутоиммунных заболеваний ЩЖ у больных СД 2-го типа и дальнейшее лечение тесно связаны с уменьшением риска осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы и улучшением качества жизни.

Целью работы является изучение особенностей иммунологического статуса у больных СД в сочетании с гипотиреозом.

Материалы и методы

Работа выполнена на базе отдела профилактики и лечения сахарного диабета Украинского научно-практического центра эндокринной хирургии, трансплантации эндокринных органов и тканей МЗ Украины.

Под наблюдением были группы больных, у которых диагностированы СД 1-го типа с гипотиреозом (n=21), СД 2-го типа с гипотиреозом (n=34) и первичный гипотиреоз без СД (n=27). В группы, которые были отобраны для обследования и лечения, не включались пациенты с тяжелой сопутствующей патологией и тяжелыми осложнениями основного заболевания, которые могли бы влиять на показатели исследования.

Длительность заболевания на СД и гипотиреоз оценивали по данным анамнеза жизни и заболевания, а также согласно данным амбулаторных историй болезни пациентов. Диагноз сахарного диабета был установлен по критериям ВООЗ (1999 г.). Всем пациентам проводилось комплексное **клиническое** обследование с учетом жалоб, данных анамнеза (в том числе – семейный анамнез: выявление наследственной **склонности** к СД, **заболеваниям** ЩЖ, ожирению; социальный анамнез, особенностей способа жизни, пищевые и вредные привычки); объективных (осмотр, пальпация, перкуссия, аускультация) и дополнительных (клинических, биохимических, иммунологических, гормональных и инструментальных) методов исследования. У больных были оценены данные **гормонального тиреоидного** статуса по уровням **ТТГ, свободного тироксина (вТ₄), свободного трийодтиронина (вТ₃)**, иммунного состояния путем определения антител к тиреоидной пероксидазе

(ТПО). Оценка клеточного звена (уровень Тх, цитотоксических лимфоцитов, иммунорегуляторного индекса (Тх/цитотоксические лимфоциты) базировалась по принципу маркерогенной идентификации эритроцитов барана на основе комплиментарности [6]. Для изучения состояния иммунной системы у пациентов, больных СД в сочетании с гипотиреозом, иммунопероксидазным методом с помощью моноклональных антител было проведено исследование состава субпопуляции лимфоцитов периферической крови (процентное содержание: Т-лимфоцитов (CD3+ – Т-лимфоциты общие, CD4+ – Тх, CD8 – цитотоксические лимфоциты), CD20+ лимфоцитов (β-клетки), NK-клеток (CD16+) и концентрации противовоспалительного *цитокина* – ИЛ-4. Эритроцитарный диагностикум для выявления субпопуляции Т- и В-лимфоцитов проводили наборами *ОО НПЛ «Гранум»* (г. Харьков, Украина) с помощью реакции розеткообразования с эритроцитами, на которых были абсорбированы моноклональные антитела (диапазон измерения – 0-100 %; норма для CD3+ – 50-80 %, CD4+ – 33-46 %, CD8+ – 17-30 %, CD20+ – 11-16 %, CD22+ – 17-31 %, CD16+ – 12-23 %, CD95+ – 10-30 %). Также изучена концентрация растворимой формы Fas-рецептора (CD95+) в сыворотке крови [7].

Статистический анализ включал дискриптивную статистику, проверку характера распределения показателей. Значимость отличий оценивали по критерию *Стьюдента* (t) для нормального распределения признаков. Клинически значимыми считали отличия с уровнем достоверности меньше, чем 0,05. Все статистические расчеты выполняли при уровне значимости 95 % (p = 0,05). При наличии распределения, отличающегося от нормального, использовали *непараметрический* метод расчета – *U-критерий Манна-Уитни* для двух независимых выборок. Полученные данные в таблицах и тексте представлены как относительные величины – (%), а также как (M ± m), где M – среднее арифметическое значение, m – стандартная ошибка среднего, Me [25;75] (Me – медиана; 25-й и 75-й *квартили*). Отличия считали статистически значимыми при p < 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка общего количества Т-клеток (CD3+) и их двух основных субпопуляций – Т-хелперов (CD4+) и Т-киллеров/супрессоров (CD8+) наиболее распространена в клинической практике. Эти маркеры являются диагностически значимыми при разных заболеваниях. Динамика изменений количества CD4+Т-клеток, CD8+Т-клеток при аутоиммунных заболеваниях представляется ценным для контроля эффекта терапии и прогноза развития заболевания.

Результаты исследования иммунологических показателей у больных с объединенными эндокринопатиями и у больных СД 1-го типа и гипотиреозом, СД 2-го типа и гипотиреозом, гипотиреозом без СД представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Иммунологические показатели у больных СД с гипотиреозом и у больных гипотиреозом без ЦД,
(M ± m)**

Показатель	Группа и количество обследованных		
	СД 1-го типа и гипотиреоз, n=21	ЦСД 2-го типа и гипоти- реоз, n=34	Гипотиреоз, n=27
АТ-ТПО, МО/мл	348,2± 81,6	232,1 ± 62,3	269,8 ± 31,4
Цитотоксические лим- фоциты/ супрессоры, %	15,8± 0,8 p ₁₋₂ < 0,05	12,7±0,7 p ₂₋₃ < 0,05	15,1 ± 0,3
Tх, %	47,5 ± 0,4 p ₁₋₂ < 0,05	44,9±0,9	48,4 ± 0,3
T-хелперы / цитотокси- ческие лимфоциты	3,3± 0,2	3,5 ± 0,2	3,6 ± 0,2

Примечание:

1. p₁₋₂ – значимость отличий показателей между группами больных СД 1-го типа с гипотиреозом и СД 2-го типа с гипотиреозом по t-критерию Стьюдента;

2. p₁₋₃ – значимость отличий показателей между группами больных СД 1-го типа с гипотиреозом и больных гипотиреозом по t-критерию Стьюдента;

3. p₂₋₃ – значимость отличий показателей между группами больных СД 2-го типа с гипотиреозом и больных гипотиреозом по t-критерию Стьюдента

Уровень цитотоксических лимфоцитов/киллеров и Tх у больных СД 1-го типа в сочетании с гипотиреозом достоверно превышает аналогичные показатели больных СД 2-го типа с гипотиреозом. В то же время они не отличаются от показателей больных гипотиреозом. При этом содержание цитотоксических лимфоцитов/киллеров у больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом было значимо ниже, чем у больных СД 1-го типа с гипотиреозом и у больных гипотиреозом. В дальнейшем нами было проведено определение фенотипии иммунокомпетентных клеток с помощью моноклональных антител и исследованы уровни ИЛ-4, ИЛ-1β та ИФ-γ, выяснено соотношение между числом CD4+ и CD8+ Т-клетками, то есть индекс CD4+/ CD8+ и концентрацию растворимой формы Fas-рецептора (CD95+) в сыворотке крови обследованных больных.

При анализе субпопуляционного состава иммунокомпетентных клеток и значения иммунореактивного инсулина (ИРИ) у обследованных больных выявлено, что у больных СД 2-го типа с гипотиреозом отмечалось заметное снижение CD8+ - лимфоцитов, за счет чего значение ИРИ было значительно повышено по сравнению с больными СД 1-го типа с гипотиреозом. Необходимо отметить однонаправленность изменений в Т-клеточном звене иммунной системы у больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом. Поэтому можно считать, что метаболические изменения и цитокиновый дисбаланс, которые для СД 2-го типа, являются факторами риска развития сопутствующей аутоиммунной патоло-

гии. Уровень CD16+-клеток был значительно повышенным у больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом по сравнению с другими группами больных. Что может быть обусловлено замещающим действием CD16+-клеток при условии более выраженного снижения активности супрессорного звена при сочетании СД 2-го типа с гипотиреозом.

В исследованиях иммунофенотипа лимфоцитов было выявлено более низкое относительное содержание общего количества Т-лимфоцитов (CD3+Т-клеток) у больных СД 1-го типа в сочетании с гипотиреозом, у больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом CD3+Т-клетки находились на более низкой границе нормативных значений.

Согласно полученных нами данных не было выявлено вероятных изменений относительного содержания CD4+Т-клеток у всех обследованных больных. Вероятное снижение процента (p < 0,001) CD8+Т-клеток регистрировалось у больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом по сравнению с больными СД 1-го типа в сочетании с гипотиреозом. За счет снижения относительного количества CD8+Т-клеток соотношение между числом CD4+ и CD8+ Т-клетками, то есть индекс CD4+/ CD8+, у больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом был достоверно повышенным по сравнению с больными СД 1-го типа с гипотиреозом. Статистически вероятное снижение процента CD8+Т-клеток в группе больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом приводит к перевесу стимулирующего влияния CD4+Т-клеток, в том числе и на В-лимфоциты, которые в дальнейшем продуцируют аутоантитела.

Таким образом, у больных СД 2-го типа с гипотиреозом выявлены однонаправленные изменения в Т-клеточном звене иммунной системы и цитокиновом профиле, а именно значимое снижение CD8+-лимфоцитов, повышение значения ИРИ, уровня ИЛ-6. При этом повышение уровней ИФ-γ и ИЛ-10 не выявлено. Вышесказанное свидетельствует о наличии иммуносупрессии при условии метаболических нарушений, характерных для СД 2-го типа, что является фактором риска возникновения аутоиммунных процессов.

У всех больных концентрация CD95+, показателя апоптоза, была в пределах референтных значений. Известно, что ИЛ-4 относится к соединениям, которые ингибируют запуск апоптоза, а при сочетании СД 1-го и 2-го типов с гипотиреозом отмечается значимое повышение ИЛ-4. У больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом имеет место активация иммунной системы с дальнейшим продуцированием большого количества провоспалительных цитокинов. Такая активация приводит к гибели Т-клеток в результате апоптоза, поскольку она сопровождается значительным повышением экспрессии Т-лимфоцитами CD95+, что делает их чувствительными к апоптозу. В результате развивается дефицит Т-клеточного звена иммунитета. У обследованных больных СД 2-го типа с гипотиреозом выявлено супрессию Т-клеточного звена иммунитета. Поэтому можно утверждать, что отсутствие повышения концентрации CD95+ характерна на этапе Т-клеточного иммунодефицита, после стадии гиперактивации.

ВЫВОДЫ

1. В развитии аутоиммунных нарушений у больных СД 2-го типа с гипотиреозом существенное значение имеет повышение уровня CD4+ и снижение уровня CD8+. Повышение уровня CD4+ в дальнейшем приводит к стимулирующему влиянию на В-лимфоциты и продуцирование аутоантител. Процент CD16+ также значимо повышен у больных СД 2-го типа в сочетании с гипотиреозом, что может быть связано со снижением функции цитотоксических лимфоцитов (CD8+).

2. Определено повышение уровня ИЛ-4 у больных СД 1-го и 2-го типов с гипотиреозом и от-

сутствие повышения уровня ИФ- γ у обследованных больных, что подтверждает подавление Т-клеточного звена и активацию гуморального отклика.

Литература

1. Garber J.R., Cobin R.H., Gharib H. et al. Clinical practice guidelines for hypothyroidism in adults: cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists and the American Thyroid Association. // *Endocr Pract.* – 2012. – Vol.18. – P.988-1028.

2. Canaris G.J., Manowitz N.R., Mayor G., Ridgway E.C. The Colorado thyroid disease prevalence study. // *Arch Intern Med.* – 2000. – Vol.160. – P.526-534.

3. Hennessey J.V., Espallat R. Diagnosis and management of subclinical hypothyroidism in elderly adults: a review of the literature. // *J Am Geriatr Soc.* – 2015. – Vol.63. – P.:1663-1673.

4. Особенности иммунного статуса у больных аутоиммунным тиреоидитом [Текст] / С. В. Белоусова, А. А. Савченко, В. Т. Манчук [и др.] // *Мед. иммунология.* – 2003. – Т. 5, № 3-4. – С. 246-247.

5. Jennal L. Diabetes Control in Thyroid Disease [Text] / L. Jennal, M. S. Johnson // *Diabetes Spectrum.* – 2006. – Vol. 19. – P. 148-153.

6. К вопросу о диагностическом значении детекции аутоантител [Текст] / В. В. Базарный, Е. П. Амон, Н. С. Афонькина [и др.] // *Мед. иммунология.* – 2004. – Т. 6, № 3-4. – С. 278-279.

7. Исследование уровней антитиреоидных антител у пациентов с рецидивом диффузного токсического зоба и сопутствующей эндокринной офтальмопатией [Текст] / Н. А. Гарбуз, Л. Б. Дрыгина, Н. А. Алхутова [и др.] // *Мед. иммунология.* – 2004. – Т. 6, № 3-5. – С. 281.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 504.054:622(043.2)

Руть Наталія Володимирівна
Національний авіаційний університет,
студентка

Ковальчук Мирон Степанович
Національний авіаційний університет
доктор геологічних наук, професор,
професор кафедри землеустрою та кадастру

Руть Наталья Владимировна
Национальный авиационный университет,
студентка

Ковальчук Мирон Степанович
Национальный авиационный университет
доктор геологических наук, профессор,
професор кафедри землеустройства и кадастра

Rul Nataliya Volodymyrivna
National Aviation University,
student

National Aviation University,

Kova'chuk Myron Stepanovych
doctor of geological sciences, professor,
professor of the Department of
Land Management and Cadastre

ОВРУЦЬКИЙ КВАРЦИТОВИЙ КАР'ЄР: УНІКАЛЬНІСТЬ, ФУНКЦІОНУВАННЯ, ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ.

ОВРУЧСКИЙ КАРЬЕР КВАРЦИТОВ: УНИКАЛЬНОСТЬ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ МИНИМИЗАЦИИ

OVRUCH QUARTZITE QUARRY: UNIQUENESS, PERFORMANCE, ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND WAYS TO MINIMIZE THEM

Анотація: Висвітлено питання унікальності та проблем функціонування кварцитового кар'єру в смт. Першотравневе Овруцького району Житомирської області. Приділена увага екологічним проблемам, які пов'язані з відкритим видобутком кар'єру та намічено шляхи їх мінімізації.

Ключові слова: Житомирська область, кар'єр, кварцит, видобуток, екологічні проблеми.

Аннотация: Освещены вопросы уникальности и проблем функционирования кварцитового карьера в пгт. Первомайское Овручского района Житомирской области. Уделено внимание экологическим проблемам, которые связаны с открытой добычей кварцита и намечены пути их минимизации.

Ключевые слова: Житомирская область, карьер, кварцит, добыча, экологические проблемы.

Summary: The questions of uniqueness and problems functioning quartzite quarry in village Per-shotravneve Ovruch district of Zhytomyr region. Paying attention to the environmental problems that are associated with open-pit mining of quartzite and ways to minimize them.

Key words: Zhytomyr region, careers, quartzite, mining, environmental issues.

Постановка проблеми. Сьогодні чи не найбільший негативний вплив на довкілля серед галузей промисловості чинить видобуток корисних копалин. Діяльність підприємств видобувної галузі є постійним джерелом техногенної небезпеки та виникнення аварій, які нерідко створюють надзвичайні ситуації та забруднення природного середовища. Видобування кварциту кар'єрним способом призводить до масштабних змін природних ландшафтів. При цьому руйнується їх літогенна основа, ґрунтовий та рослинний покрив, змінюється рельєф, гідрологічні та гідрогеологічні умови. Фактично на місці природної екосистеми формується техногенна, якій властива підвищена нестійкість, висока динамічність, інтенсивний розвиток небезпечних гравітаційних процесів, а також антропогенно обумовлені явища підтоплення, заболочення,

переуцільнення і забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод тощо [3].

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Перші відомості про поширення кварцитів в Овруцькому районі повідомив у другій половині XIX століття відомий український і польський геолог, палеонтолог і краєзнавець Г.Й. Осовський (рис. 1) [7,8]. Згодом учені М.П. Барботт-де Марні (рис. 2) та О.П. Карпінський у 1873 році дали наукове визначення кварцитів [1]. У 1881 році М.П. Миклашевським (рис. 3) була видана перша робота про вогнетриві Росії, в якій згадувалися й Овруцькі кварцити [6]. У своїй праці «Товкачівські кварцити як динасова сировина» К.А. Жуковський (рис. 4) описав поклади кварциту на площі 260 км², які виявив у 1934 році під час проведення

геологічних досліджень Овруцько-Білокоровицького району [4,5]. В подальшому геологами-виробничниками було оконтурено родовище кварцитів,

підраховані запаси, проведені випробування та дослідження кварцитів, після чого почалася розробка родовища. Проблему селективного видобування кварциту досліджував С.В. Кальчук.



Рис. 1. Оссовський Готфрід Йосипович



Рис. 2. Барбот-де-Марні Микола Павлович



Рис. 3. Миклашевський Михайло Павлович



Рис. 4. Жуковський Кіндрат Альбінович

Виділення раніше невіршених частин загальної проблеми. В межах смт. Першотравневе Овруцького району Житомирської області декілька десятиліть відбувається розробка кварцитів кар'єрним способом. На сьогоднішній день два кар'єри вже відпрацьовано, а один ще функціонує. Виникає питання аналізу екологічної ситуації та подальшої долі кар'єрів. Авторами висвітлено питання унікальності кварцитів, досліджено функціонування виробництва з їх видобутку, проведено аналіз впливу видобутку на довкілля та запропоновано заходи з його мінімізації та рекультивациі кар'єрів з метою їх використання як землі рекреаційного призначення. Автори пропонують розглядати діючий кар'єр як геологічний пам'ятник природи з наданням йому відповідного правохоронного статусу.



Рис.5. Овруцький кар'єр кварцитів

Кварцит – це унікальна гірська порода, тверда, міцна, зносостійка і довговічна, має різне забарвлення від світло-рожевого, рожево-червоного, червоно-чорного, темно-сірого до світло-сірого (рис. 6-9). Область застосування кварциту є

Ціль статті. Висвітлити питання унікальності, проблем функціонування та подальшого використання кварцитового кар'єру в смт. Першотравневе Овруцького району Житомирської області.

Виклад основного матеріалу. У селищі міського типу Першотравневе, за 12 кілометрів від міста Овруч, знаходиться одне з унікальних родовищ кварциту в Європі (рис. 5). Корисною копалиною родовища є кварцити товчківської світи овруцької серії пізньопротерозойського віку, товща яких зім'ята в пологі складки. Кварцити складають потужні пласти, серед яких зустрічаються малопотужні пропластки і невеликі лінзи пірофілітвміщуючих кварцитів і сланців [2]. Потужність товщі кварцитів близько 900 м [2]. Запаси кварцитів становлять 62050,6 тис. м³.



досить широкою: щебенева продукція та декоративний камінь для облицювання у будівництві; для виробництва феросплавів в металургії, вогнетривів і динасів; у виробництві набивних кварцитоглинистих мас для футеровки сталерозливних ковшів.



Рис. 6. Кварцит рожево-червоного кольору.

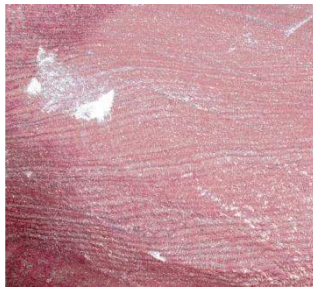


Рис. 7. Кварцит рожево-червоного кольору.

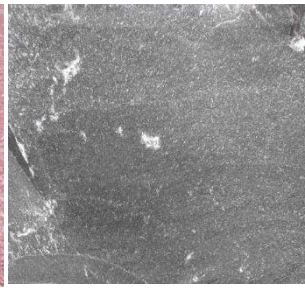


Рис. 8. Кварцит темно-сірого кольору.

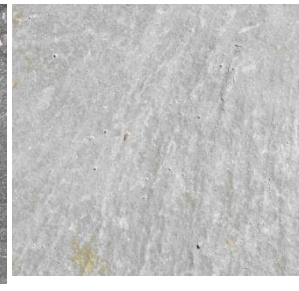


Рис. 9. Кварцит світло-сірого кольору (кора вивітрювання)

Овруцьке родовище кварцитів витягнуте вузькою смугою уздовж залягання овруцької серії, займає площу понад 100 км² і експлуатується з 1936 року, коли було створено підприємство з видобутку, переробки і збагачення кварциту [2]. Сьогодні це – ВАТ «Овруч Стоун» – основний постачальник кварцитової продукції та щебеню для вогнетривкої, феросплавної, металургійної та будівельної промисловості в Україні, країнах СНД і Східній Європі. У селищі діє Відкрите акціонерне товариство «Гірничо-переробне підприємство кварцитів «Товкачівський». Підприємство засноване у 1941 році як Товкачівський щебеневи завод Білоруської залізниці, який у 1994 році був реорганізований у ВАТ «ГППК «Товкачівський». У перші роки незалежності України Товкачівський комбінат опинився на межі фінансового краху, але зі зміною форми власності та приходом нового керівництва ситуація стабілізувалася. Наразі комбінат має статус промислового підприємства чорної металургії та спеціалізується на видобутку сировини для виробничих потреб вітчизняних металургійних комбінатів. Приватне акціонерне товариство «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат» є основним постачальником сировини для виробництва феросплавів, вогнетривів і динасів в Україні. Кварцитову

продукцію споживають металургійні комбінати Маріуполя, Запоріжжя, Кривого Рогу, Алчевська, Дніпродзержинська та ін. Продукція підприємства експортується до Польщі, Словаччини, Румунії, Молдови, Білорусі.

Товариство веде роботу з розробка родовища кварцитів, проведення буро-вибухових робіт господарчим способом. Гірничо-збагачувальний комбінат займається виробництвом металургійних, вогнетривких кварцитів для металургійної та вогнетривкої промисловості, а також виробництвом щебеню (рис. 10,11) і піщано-щебеневої суміші (рис. 12) із некондиційних кварцитів для будівельних робіт. На даний час кварцит видобувається в меншій кількості та сам комбінат працює на тиждень 4 дні, штат скорочено та зменшено кількість видобутку сировини. Наразі підприємство має таку виробничу структуру: гірничу ділянку, ділянку дробильно-збагачувальної фабрики, ділянку мелених кварцитів, ділянку безрейкового транспорту, вантажна ділянка. Виробництво продукції на гірничо-збагачувальному комбінаті «Товкачівський» здійснюється по двох напрямках: 1) переробка та збагачення кварцитів; 2) виробництво мелених кварцитів.



Рис. 10. Щебень рожево-червоного кварциту



Рис. 11. Щебень сірого кварциту



Рис. 12. Піщано-щебенева суміш

Видобуток кварциту на родовищі ведеться відкритим способом. Селективна розробка родовища полягає у відособленому вилученні з надр кожного сорту залягаючих корисних копалини, що забезпечує достатньо повне вилучення пластів гірської породи з мінімальним пошкодженням, але ускладнює видобуток та потребує значних капіталовкладень. При розробці складно-структурного

родовища застосовується підривання блоків із збереженням геологічної структури; роздільне підривання різних корисних копалини і порожніх порід; підривання (вибухи відчувуються за 7-8 км від кар'єру) по контактах рудних тіл з порожніми породами; спільне підривання з вибухорозділенням шарів гірських порід. Специфіка виїмки підірваних порід в забої включає: кероване обвалення, вертикальну або горизонтальну екскаваторну селекцію,

внутрішньозабійне сортування, комбіновану виїмку. Виходячи з цього, можна зазначити що видобуток кварциту відкритим способом є найбільш продуктивним і вдалим.

У своїй виробничій діяльності підприємство керується природоохоронною діяльністю у сфері надрокористування, яка регламентується: Кодексом України про надра; Водним кодексом України; Земельним кодексом України; Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про державну геологічну службу України»; Гірничим законом України. Останній у ст. 18 визначає певні вимоги до проведення гірничих робіт.

Незважаючи на дотримання більшості норм і вимог розробка кварцитів відкритим способом



Рис. 13. Особливості умов залягання кварцитів.

спричинила формування природно-антропогенного ландшафту, якому притаманні певні екологічні проблеми. Зокрема, видобуток кварцитів відкритим способом спричинив вилучення і безповоротну втрату земель сільськогосподарського призначення, як для облаштування самих кар'єрів так і відвалів та технічних споруд. Видобування корисних копалин кар'єрним способом призвело до масштабних змін природних ландшафтів.

На сьогоднішній день кар'єр є натурним полігоном для з'ясування палеогеографічних умов розвитку території у пізньому протерозої, особливостей залягання (рис. 13) та блокової тектоніки (рис. 14) кварцитів, зміни їх забарвлення (див рис. 6-9).



Рис. 14. Особливості блокової тектоніки кварцитів.

Кварцити мають наукову і музейну цінність. Зокрема наявність взірців кварцитів з шаруватістю (рис. 15), відбитками на поверхні слідів хвильової брижі різної форми та розміру (рис. 16, 17) дозволяє

реконструювати палегідродинамічні умови осадоутворення та палеонапряму руху течій. Самі ж взірці кварцитів з механогліфами на поверхні та слідами шаруватості мають музейну цінність.

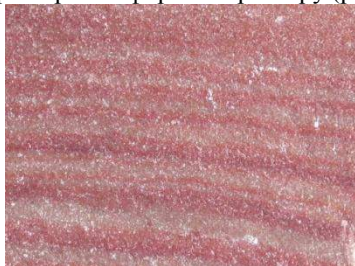


Рис. 15. Шаруватість кварцитів, яка виражена в чергуванні прошарків різного кольору.



Рис. 16. Знаки хвильової брижі на поверхні кварцитів.



Рис. 17. Знаки хвильової брижі на поверхні кварцитів.

За час функціонування гірничо-збагачувального комбінату розроблено два кар'єри (рис. 18),

які на сьогоднішній день затоплені. Глибина їх сягає від 6 до 10 м.



Рис. 18. Затоплені кар'єри.

На південній околиці смт Першотравневе в затопленому кар'єрі глибиною до 6 м відслонюються на поверхні кварцити і кварцито-піщаники світло рожевого і малинового кольорів, масивні, дрібнозернисті, міцні, з похилою шаруватістю верхніх шарів. Саме, на березі затопленого старого

кар'єру чітко видно відслонення кварцитів та їх на шарування (рис. 19). У підшві кондиційних кварцитів залягає товща перешарування кварцитів та пірофілітових сланців.



Рис. 19. Відслонення кварцитів на березі затопленого старого кар'єру

Висновки і пропозиції. При видобутку та збагаченні кварциту на поверхні нагромадилися значні маси гірської породи. Нагромадження техногенних відкладів у вигляді териконів спричинило вилучення із природного обігу значні площі земельних ділянок, трансформувало навколишні ландшафти, а внаслідок розмивання дощовими й талими водами забруднило навколишнє середовище. До інших порушень належать транспортні і залізничні комунікації. Поряд з безпосереднім забрудненням земної поверхні внаслідок гірничих робіт відбулося забруднення прилеглої території, виникли вогнища ерозії, фізичне забруднення структури ґрунтів, пов'язане зі зміною режиму ґрунтових і підземних вод, ландшафту. Механічне забруднення ґрунтів відбувається також пилом відвалів.

Розширення масштабів гірничих розробок призводить до вилучення земельних ділянок, до зменшення площ лісових насаджень і забруднення середовища, тому виникає питання про рекультивуацію земель, відновлення природних властивостей територій.

Рекультивуація земель на місці відпрацьованих відкритим способом родовищ корисних копалин охоплює комплекс робіт, спрямованих на відновлення родючості й народногосподарської

цінності порушених земель. Рекультивуація кар'єрів передбачає стабілізацією і зміцненням відкосів їх бортів, виположення схилів, підготовку пляжів тощо, з подальшим перетворенням кар'єрів в облаштовані водойми для зон відпочинку і спорту, чи водойм рибогосподарського призначення. Наявність кар'єрів малої глибини після їх рекультивуації може слугувати елементом ландшафтної структури району та рекреаційною зоною відпочинку населення.

Кар'єри, в яких проводиться чи проводився видобуток кварцитів розташовані на ґрунтах з виходами кристалічних порід і на таких місцевостях практично відсутній родючий шар ґрунту. Тому, робочими проектами із землеустрою з рекультивуації порушених земель, передбачається прилегли до кар'єрів території рекультивувати під заліснення, а самі кар'єри під водойми. На виположених схилах доцільно облаштувати сінокоси, на відкосах – задерновані ділянки природоохоронного призначення. Облаштування лісопосадок сприятиме збереженню та покращенню всіх відновлювальних природних ресурсів території.

Діючий кар'єр після відпрацювання пропонується залишити в якості натурального наукового полігону, надавши йому статус пам'ятника природи з відповідним природоохоронним статусом.

Список літератури:

1. Барбот-де-Марни Н.П. Геологические исследования в Волынской губернии / Н.П. Барбот-де-Марни, А.П. Карпинский // Научно-исторический сборник Горного института, 1873. – С. 43–127.
2. Гурський, Д.С. Металічні і неметалічні корисні копалини України / Д.С. Гурський, К.Ю. Єсипчук, В.І. Калінін та ін. – К.-Л.: Неметалічні корисні копалини. Том. 2. – 2006. – 552 с.
3. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. / В.С. Джигирей. – К., «Знання», 2006. – 319 с.
4. Жуковський К.А. Геологія і корисні копалини порід верхнього докембрію Овруцько-Білоковицького району /К.А. Жуковський // Тез. доп. I конф. молодих учених України. Геол.-геогр. секція. – К., 1936. – С. 7–13.
5. Жуковський К.А. Товкачівські кварцити як динасова сировина /К.А. Жуковський // Геол. журн. – 1937. – Т. 3, вип. 3–4. – С. 111–122.
6. Миклашевський Н.П. Месторождения огнеупорных материалов в России и способы выделки огнеупорных изделий, применяемые на русских горных заводах / Н.П. Миклашевский. – Спб, 1881. – 371 с.
7. Оссовский Г. Норинская каменоломня Овручского уезда /Г. Оссовский // ВГВ. – 1856. – № 32.
8. Оссовский Г. Из путевых заметок по Житомирскому и Овручскому уезду /Г. Оссовский // ВГВ. – 1868. – № 21–24.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 633.282:631.332.81

Гуменник Михайло Ярославович

кандидат с.-г. наук, с.н.с.

Институт биоэнергетических культур
и сахарных буряков НААН Украины

Humentyk M. Ya.

Candidate of Agricultural Science, senior researcher

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

SWITCHGRASS PRODUCTIVITY ON DEPENDING GROWING METHOD IN FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE

Анотація: У статті наведено результати наукових досліджень з продуктивності вирощування біомаси проса прутіподібного для виробництва твердого біопалива. Обґрунтовано способи посіву, оптимальну ширину міжрядь та умови проведення догляду за рослинами першого року вегетації в умовах західного Лісостепу України.

Ключові слова: просо прутіподібне, біомаса, продуктивність, посів, ширина міжрядь, міжрядний обробіток ґрунту, способи догляду.

Аннотация: В статье приведены результаты научных исследований продуктивности способов выращивания биомассы проса прутіподібного для производства твердого биотоплива. Обоснованы способы посева, оптимальная ширина междурядий и приемы ухода за растениями первого года вегетации в условиях западной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: просо прутіподібне, биомасса, продуктивность, посев, ширина междурядий, междурядная обработка почвы, способы ухода.

Summary: The article presents results of scientific research on biomass productivity growing switchgrass to produce solid biofuels. Methods of planting, optimal row width and conditions of care during the first year of vegetation are and substantiated in conditions of western part of Forest – Steppe of Ukraine.

Key words: switchgrass, biomass, productivity, planting dates, row width, planting density.

Вступ. В останні два десятиліття в світі значна увага приділяється відновлювальним джерелам енергії, зокрема дослідженням щодо використання спеціально вирощеної біомаси енергетичних культур. Біомаса органічного походження є найбільш придатною сировиною для виробництва твердих видів біопалива. Особливої уваги заслуговують багаторічні злакові культури, які здатні нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені. До широкого спектру злакових культур групи С4 за фотосинтезом відноситься і просо прутіподібне (*Panicum virgatum* L.), яке є новою культурою для Лісостепової зони України, відзначається високим вмістом целюлози та лігніну, що дає всі підстави розглядати його як перспективну сировину для виробництва біопалива [1]. Рослини проса прутіподібного невимогливі до вмісту поживних речовин у ґрунті, мають високу стійкість до хвороб і шкідників та позитивно впливають на навколишнє середовище, зокрема, на підвищення родючості ґрунту [2,3,7].

У зв'язку з підвищеним попитом на рослину сировину та розширенням промислових площ проса прутіподібного для виробництва біопалива в Україні виникає потреба у розробці ефективних технологій та обґрунтуванні агротехнічних

прийомів його вирощування, встановленні науково-обґрунтованих способів догляду за рослинами, таких як міжрядний обробіток ґрунту, оптимальна густота стояння рослин, ширина міжрядь та впливу даних факторів на формування структури продуктивності агрофітоценозу.

Мета та завдання досліджень. Метою дослідження є вдосконалення процесу формування продуктивності проса прутіподібного за різних способів його вирощування; вивчення та розробка ефективних агротехнічних прийомів догляду за рослинами в умовах Лісостепу України.

Для досягнення мети в процесі дослідження вирішувались такі завдання:

- встановити оптимальну ширину міжрядь;
- обґрунтувати найбільш раціональні схеми посіву проса прутіподібного;
- розробити та обґрунтувати ефективні прийоми догляду за рослинами в процесі вирощування, особливо у перший рік вегетації.

Матеріали та методика проведення досліджень. Дослідження з розробки і обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування проса прутіподібного проводили рандомізовано за методом розщеплювання ділянок у продовж 2011–2015 рр. на полях Борщівського агротехнічного коледжу Тернопільської області. Площа під дослідними ділянками становила 0,40 га, повторність чотириразова.

Дослідження проводились згідно методики польового досліджу [5].

Схемою дослідження передбачалось вивчення продуктивності проса прутноподібного залежно від схем посіву, ширини міжрядь та способів догляду за посівами. Фактор А- Спосіб посіву насіння; фактор Б - ширина міжрядь; фактор В - спосіб догляду за посівами.

Дослідні ділянки, на яких проводилися дослідження, розташовані в західній частині Лісостепової зони України в м. Борщів Тернопільської області. На полях переважають світло-сірі та сірі лісові ґрунти. Вони не мають реліктових чорноземних ознак, це, по суті, справжні підзолисті ґрунти Лісостепової зони.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки, де проводились польові дослідження, характеризується такими показниками:

Ґрунт світло-сірий лісовий, вміст рухомого фосфору (за методом Кірсанова) в шарі ґрунту 0...30 см становить 9,5 мг на 100 г ґрунту, вміст обмінного калію (за методом Кірсанова) – 6 мг на 100 г ґрунту, вміст азоту (за Корнфілдом) – 28 мг на 100 г ґрунту, кислотність ґрунту (рН) – 6,0.

Клімат району помірно-континентальний з незначними амплітудами коливань температур, характеризується короткою м'якою зимою, теплим вологим літом і достатньою кількістю опадів. Кліматичні особливості району визначаються річним ходом головних метеорологічних елементів погоди (температури, опадів) і розподілом їх по регіону.

За сумою активних температур, кількістю опадів і періодом вегетації території господарств відносяться до мікрокліматичного району «Тепле Поділля», яке характеризується м'яким, достатньо зволеним, помірно континентальним кліматом. Сума позитивних температур тут 2500...2600°C. Період з середньодобовою температурою понад 10°C триває 160–165 днів. Протягом цього періоду випадає 370...420 мм опадів, а за рік – 570...680 мм, величина гідротермічного коефіцієнта – 1,4...1,6.

Погодні умови, що склалися у регіоні досліджень впродовж 2011-2015 рр., наведено на (рис. 1.)

Перша половина квітня 2011 року виявилась холодною з незначною кількістю опадів, а потім температура підвищилась у вигляді затяжної посухи і протрималась до третьої декади травня.

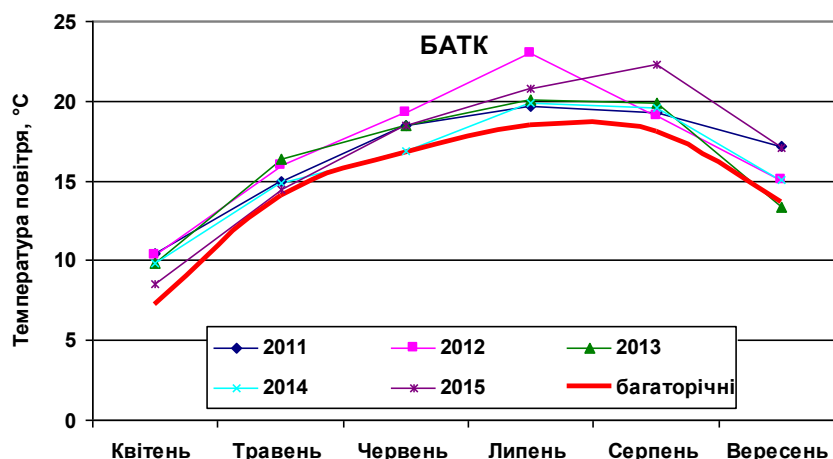
У червні-липні опадів випало на 45 мм більше від середнього багаторічного значення, що сприяло добрій вологозабезпеченості ґрунту та росту і розвитку рослин. Серпень та вересень виявились посушливими, що негативно відзначилось на урожайності.

Погодні умови 2012 року відзначились найбільш теплим початком вегетаційного періоду за всі роки досліджень. Середньодобова температура повітря у квітні становила 10,3 °C, що на 2,9 °C вище від середнього багаторічного значення. Із даних рис. 1 видно, що літо 2012 року було достатньо теплим для нормального росту і розвитку біоенергетичних культур, але за цей час випало недостатньо опадів, що частково загальмувало ці процеси. Саме тому активний ріст перший раз припав на червень-липень, а другий – на кінець серпня-початок вересня, коли склалися найсприятливіші для росту і розвитку рослин умови. За даними метеорологічного спостереження у 2012 році температурний режим у період активного росту рослин (травень-серпень) був досить рівномірним, проте вищим за середнє багаторічне значення, з незначним відхиленням до 3 °C.

Найменша кількість опадів випала в травні – 21,5 мм, що негативно вплинуло на схожість рослин. Проте, велика кількість опадів випала в червні – 105,5 мм та серпні – 77,5 мм, що мало позитивний ефект.

Порівнюючи із середніми багаторічними значеннями 2012 рік був жаркий і достатньо вологий, що і відзначилось на врожаї. 2013 рік за погодними умовами був схожий з попереднім, хоча деякі відмінності спостерігались. Так у 2012 році в другій та третій декаді квітня випало 83,0 мм опадів, а у 2013-му майже така сама кількість (78,7 мм) випала у першій половині квітня. Починаючи з другої половини другої декади квітня по середину другої декади травня випало лише 11,4 мм опадів, що негативно відобразилось на інтенсивності появи сходів.

У травні (третьа декада)-червні опадів випало на 90,3 мм більше від середнього багаторічного значення, що сприяло високій вологозабезпеченості ґрунту та інтенсивному росту і розвитку рослин. Липень та серпень виявились посушливими.



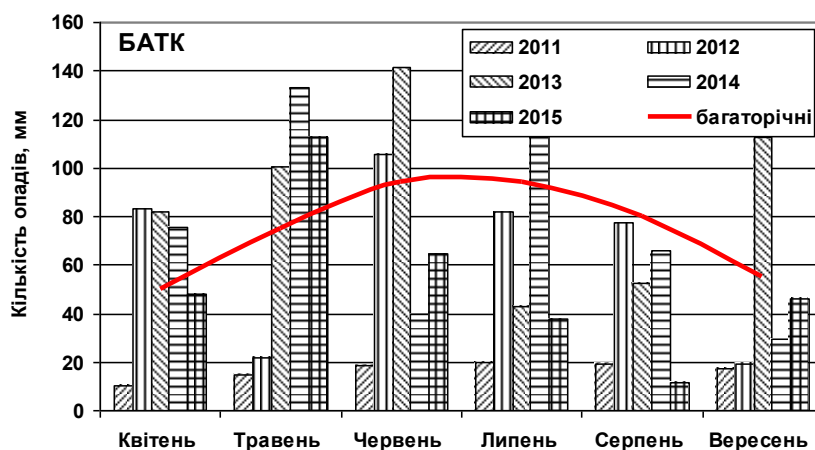


Рис. 1. Температура повітря та кількість опадів за роки досліджень (БАТК, 2011-2015 р.).

Погодні умови 2014 року були дещо схожими із погодними умовами попередніх років, проте на початку і в середині вегетаційного періоду спостерігалось зниження температури, порівняно із попередніми роками. Так у 2012-2013 роках у травні середньомісячна температура становила 16,0 та 16,4 °С, тоді як у 2014 р. – лише 14,9 °С. Щодо кількості опадів, то у травні 2014 року їх випало вдвічі більше ніж в середньому за багаторічними спостереженнями, що позитивно вплинуло на сходи рослин досліджуваної культури.

2015 рік відзначився, як спекотний, у серпні та вересні температура повітря перевищувала відповідно на 4,3 та 3,5°С показники середніх багаторічних даних. Жовтень виявився прохолодним, із невеликими приморозками у II та III декадах. За кількістю опадів 2015 рік відзначився певною нерівномірністю їх випадання: у червні, липні та серпні місяці опадів випало менше відповідно на 29,2 мм, 56,2 мм та 68,7 мм від середніх багаторічних, проте у травні – більше від середніх багаторічних значень на 37,9 мм. Інші місяці мають незначні відхилення від середніх багаторічних даних. Такі погодні умови (мала кількість опадів та висока температура) негативно впливали на ріст і розвиток всіх видів рослин та їх урожайності.

Отже, впродовж 2011-2015 років досліджень спостерігалась посушлива погода з підвищеними температурними показниками порівняно із середніми багаторічними значеннями. При цьому атмосферні опади випадали впродовж вегетаційного періоду нерівномірно.

Оптимальні умови для культури можна створити різними агротехнічними заходами до і після сівби, шляхом підбору відповідних сортів, сільськогосподарських знарядь й оптимальних строків проведення заходів з урахуванням агротехнічних особливостей регіону і погодних умов року.

Повітряний режим регулюється розпушенням ґрунту в міжряддях, щілинуванням і поверхневим осушенням перезволожених ділянок. Умови освітлення визначають перехід злаків до фази плодоношення. Режим освітлення можна поліпшувати, шляхом регулювання густоти стояння рослин в

посіві, напрямком рядків і шириною міжрядь. Температурний режим суттєво впливає як на збереження сходів злакових культур, так і на їх перехід від куцїння до наступних фаз розвитку.

Результати досліджень. Дослідження показали, що інтенсивність проростання насіння проса прутіноподібного та повнота сходів обумовлюються такими показниками як температура і вологість ґрунту. За низької температури і вологості ґрунту період появи сходів рослин затягується, а тривала нестача тепла і вологи може призвести до загибелі рослин. Проте, вирішальним фактором проростання насіння і швидкої появи сходів вважається вологість ґрунту, яка весною швидко зменшується, особливо у період весняної посухи. Використання нових технологій підготовки ґрунту та догляду за рослинами в процесі вегетації дає можливість створити оптимальні умови для підвищення їх продуктивності.

Біологічна особливість проса прутіноподібного – сповільнене початкове зростання надземних органів, що триває 3-4 тижні до моменту, коли утворюється потужна коренева система. Цей термін вважається критичним для проса прутіноподібного, оскільки дводольні бур'яни за цей час активно вегетують і створюють значну конкуренцію.

Важливим моментом у вирощуванні проса прутіноподібного є те, що сходи слабо конкурують з бур'янами і це ускладнює процес обробітку ґрунту в перший рік вегетації. Тому, створення оптимальних умов на початкових і подальших етапах вирощування, особливо на ґрунтах з низькою родючістю, можливо досягти лише за ретельного підходу до підготовки ґрунту. Серед основних завдань підготовки ґрунту є створення найбільш сприятливого водно-повітряного, теплового і поживного режимів протягом усього періоду вегетації рослин. Крім поліпшення фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту, передпосівна підготовка сприяла знищенню бур'янів, шкідників і збудників хвороб злакових рослин. Як показують результати досліджень (табл. 1), кількість та висота стебел рослин проса прутіноподібного перед дозріванням насіння залежала від ступеня куцїння

рослин. За ширини міжрядь 30 та 45 см цей показник був більшим у порівнянні з шириною міжрядь 15 см, а тому кількість рослин на цих варіантах становила 272 і 283 штук на 1 погонний метр. При ширині міжрядь 15 см на 1 пог. метрі було від 238 до

259 стебел. Ступінь куцуння рослин при ширині міжрядь 30 і 45 см був найбільшим, на цих же варіантах також відмічається збільшення висоти стебел до 40 см.

Таблиця 1. – Кількість та висота стебел рослин проса прутіноподібного перед дозріванням насіння залежно від ширини міжрядь, при вирощуванні у чистих посівах та з маячною культурою (гірчиця біла), шт. на 1 пог.м

Спосіб посіву	Показники за роками досліджень*					Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	
Ширина міжрядь 15 см, посів з маячною культурою	242	250	225	233	240	238
	167	174	180	183	185	178
Ширина міжрядь 30 см, посів з маячною культурою	233	276	280	285	288	272
	191	212	214	220	224	212
Ширина міжрядь 45 см, посів з маячною культурою	260	284	288	292	290	283
	196	218	221	223	219	215
Ширина міжрядь 15 см, посів без маячної культури	236	256	262	269	273	259
	169	172	179	181	180	176
НІР _{0,05}	30,3	33,3	32,9	33,7	34,1	32,8
	22,6	24,3	24,8	25,2	25,3	24,4

* в знаменнику-кількість рослин, в чисельнику-висота рослин.

Встановлено, що рослини проса прутіноподібного в перші 3 - 4 тижні розвиваються повільно. В цей час, коли температурні умови не цілком відповідають біологічним особливостям культури і розтягується період проростання насіння, бур'яни, особливо дводольні, сильно пригнічують сходи. З метою раціональної технології обробітку ґрунту з мінімальними затратами, зменшення інтенсивного

випаровування вологи застосовувались спеціальні катки з овальним профілем, які під дією сили тяжіння сівалки формували заданий профіль рядка. Щоб надати ґрунту оптимальної будови необхідно було забезпечити показники щільності ґрунту (1,2–1,3 г/см³) після ущільнення профілю рядка спеціальними котками під тиском 0,15-0,2 кг/см² (рис. 2).



Рис.2. Спосіб сівби проса прутіноподібного зі створенням профілю рядка при ширині міжрядь 30 см.



Рис.3. Спосіб міжрядного обробітку ґрунту при вирощуванні проса прутіноподібного з присипанням бур'янів при ширині міжрядь 30 см.

Щоб зменшити витрати на прополювання і розпушування ґрунту в рядках проса прутіноподібного, необхідно обробляти ґрунт якомога ближче до рослини, щоб до мінімуму скоротити захисну зону. Для міжрядного обробітку використовувався культиватор КРНВ-5,6-02 з лапами-бритвами в поєднанні з голчастими дисками, що розпушують ґрунт поблизу рослин і очищають ґрунт від сходів однорічних бур'янів на 60 - 70%. Умовою успішного догляду за посівами та ефективної роботи ротаційних розпушувачів є проведення культивачі при ма-

совій появі сходів однорічних бур'янів у фазі куцуння рослин. При цьому вони вичісують з ґрунту велику кількість коріння, підрізають лапами-бритвами, вивертають на поверхню сходи і проростки бур'янів. Зуби розпушувачів, підходячи впритул до рослин, обробляють ґрунт в захисній зоні, залишеній лапами-бритвами. Середня ширина захисної зони після проходу культиватора, становить 5-6 см (рис. 3.) Ефективним способом боротьби з бур'янами є використання технології посіву насіння проса прутіноподібного в спеціальний профіль рядка та використання маячної культури [6].

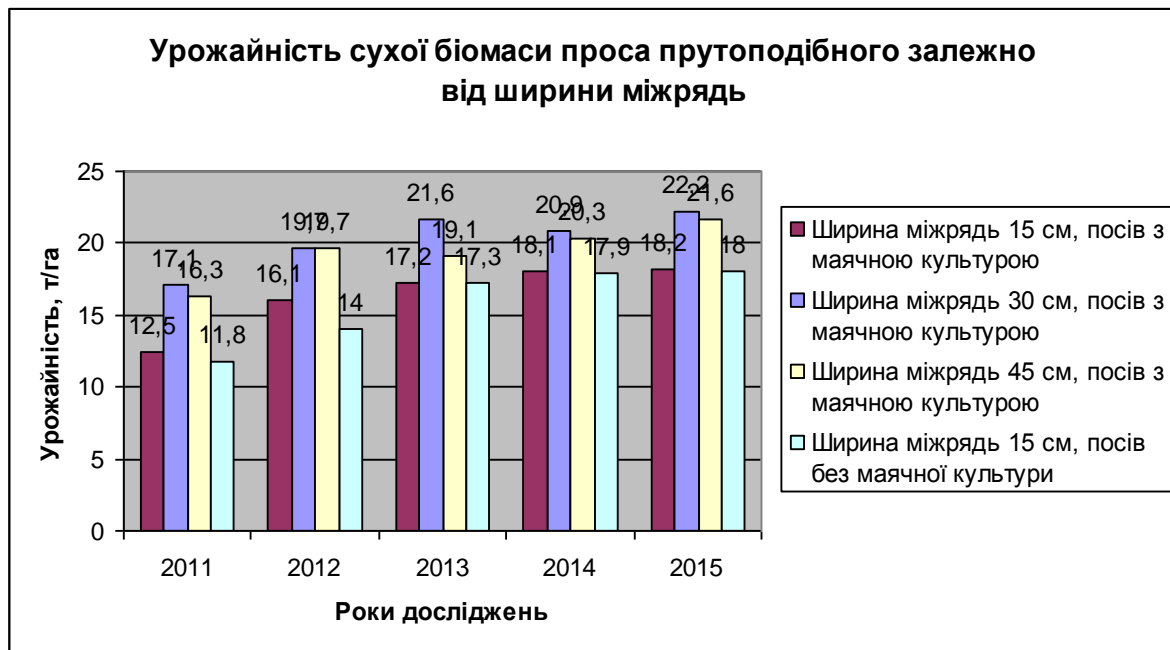


Рис. 4.– Урожайність сухої біомаси проса прутноподібного залежно від ширини міжрядь при вирощуванні у чистих посівах та з маячною культурою (гірчиця біла) т/га.

За ширини міжрядь 30 см урожайність сухої біомаси рослин проса прутноподібного становила 20,3 т/га, 45 см – 19,5 т/га, тоді як при ширині міжрядь 15 см – від 16,5 до 15,8 т/га (рис.4). Прибавка, в порівнянні з четвертим варіантом (2,9-4,8 т/га), є математично достовірною при НСР₀₅ – 2,3 т/га та точності досліду – 1,30 %. Варіант без маячної культури забезпечує найменший вихід сухої біомаси досліджуваної культури.

Висновки: 1. Результати досліджень засвідчили, що просо прутноподібне, завдяки потужній кореневій системі та можливостям довготривалого використання є перспективною, економічно вигідною біоенергетичною культурою для вирощування на еродованих і малопродуктивних землях у більшості регіонів України.

2. Найбільшою складністю в технології вирощування проса прутноподібного є підвищена чутливість рослин до умов життєзабезпечення, найперше таких як вологість і температура ґрунту на початку росту й розвитку в перший рік вегетації.

3. Польова схожість насіння проса прутноподібного залежить від строків посіву, які обумовлюють дружність появи сходів, що відіграє важливу роль в подальшому механізованому догляді за рослинами.

4. На висоту рослин проса прутноподібного першого року вегетації за ширини міжрядь 30 см значний вплив мають видові особливості, а за ширини 45 см ця різниця нівелюється.

5. Зі збільшенням площі живлення рослин проса прутноподібного знижується конкуренція між ними за поживні речовини та спостерігається вирівнювання за висотою та урожайністю біомаси.

6. Одним з ефективних механізованих методів

боротьби з бур'янами при вирощуванні проса прутноподібного є досходовий міжрядний обробіток ґрунту по сформованих профільних рядках, та посів з маячною культурою, що сприяє знищенню бур'янів на 50-60 % від їх кількості.

Список використаної літературних джерел.

1. Курило В.Л. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння «Світчграсу» проса лозовидного на польову схожість в умовах західної частини лісостепу України / В.Л. Курило, М.Я. Гументик, В. В. Каськів // Наукові праці ІБКіЦБ НААН України. – Київ, 2013. № 17, т. II. – С. 358-361.
2. Світчграс як нова фітоенергетична культура / О. В. Мороз, В. М. Смірних, В. Л. Курило [та ін.] // Цукрові буряки. – 2011. – № 3. – С. 12-14.
3. Гументик М.Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутноподібного «Panicum virgatum L». / М.Я. Гументик // Біоенергетика. – 2014. – № 1. – С. 29-32.
4. Humentyk M. J. Development of switchgrass «panicum virgatum» growing technology elements in condition of forest-steppe of Ukraine / M. J. Humentyk // MOTROL. – 2014. – №4 – С. 82-86.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Патент на корисну модель 92284 Україна, МПК А01В 79/00. Спосіб вирощування проса лозовидного. /Гументик М.Я., (Україна); ІБКіЦБ НААН. –№u20140230; Опубл.11.08.2014 . Бюл. № 15.
7. Wolter Elbersen. Switchgrass foe biomass: Bibliography and management practices Draft document FAIR 5-CT97-3701: Switchgrass (Panicum virgatum L.) as an alternative energy crop in Europe. Initiation of a productivity network. АТО-DLO, Wageningen. – 1998. – 22 P.

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Валеева Алсу Фоатовна

Доктор социол.наук, профессор

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Valeeva Alsu Foatovna

Doctor of sociology, Professor

Kazan Volga region federal university

КУЛЬТУРНЫЙ ПЛЮРАЛИЗМ В ЯЗЫКОВОЙ ПОЛИТИКЕ THE CULTURAL PLURALISM IN THE LANGUAGE POLICY

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты культурного плюрализма в языковой политике на примере полиэтничного сообщества. Автор обращается к проблеме диалога культур, межэтнической толерантности и взаимодействия языков и культур на примере Республики Татарстан.

Ключевые слова. Культурный плюрализм, языковая политика, языковое планирование, диалог культур, социальный капитал, полиэтничное общество.

Summary. This article discusses aspects of cultural pluralism in language policy on the example of a multi-ethnic community. The author reveals the problems of intercultural dialogue, inter-ethnic tolerance and interaction of languages and cultures in the case of the Republic of Tatarstan.

Keywords. Cultural pluralism, language policy, language planning, dialogue of cultures, social capital, multiethnic society

Языковая политика, основанная на достижениях современной социально-гуманитарной науки с необходимостью предполагает ориентацию на культурный плюрализм, под которым мы понимаем модель этнического прогресса, межкультурного взаимодействия и понимания между народами. В Республике Татарстан основная масса населения – русские и татары, кроме того имеются небольшие по численности этнические группы (чуваши, мордва, мари, евреи, армяне, азербайджанцы и др.). Нельзя игнорировать важные принципы языковой политики, учитывающие интересы этих групп населения полиэтничного региона, так как это чревато серьезными конфликтами на национальной почве, вызовет разногласия среди религиозных конфессий и будет препятствовать реализации социального капитала татарстанцев в целом. Каковы же эти принципы?

Во-первых, это соблюдение равноправия всех национальных культур и языков. Во-вторых, давно установившийся режим двуязычия в официальных сферах жизнедеятельности регионального полиэтничного сообщества при равноправии татарского и русского языков. Третий принцип предусматривает предоставление реальных возможностей получения образования на родном языке всем этническим меньшинствам на родном для них языке.

Многовековой российский исторический опыт показывает, что ограничение прав и возможностей развития языков национальных меньшинств – это тормоз на пути формирования и практической реализации модернистского капитала малочисленных этносов в сфере духовной культуры. Модернизация на основе утраты родного языка, ценных традиций и обычаев, дошедших до народов из глубины веков, носит ограниченный характер. Элементы социального капитала – такие, как социальная, поли-

тическая, экономическая культура будут сориентированы в таких условиях на рынок, партнерство и другие современные характеристики. Что же касается культурно-языковых особенностей, то они будут неизбежно нивелироваться, подвергаясь угрозе полного исчезновения. Как известно, вместе с языком и культурой исчезает и народ.

В Республике Татарстан в официальной, деловой и образовательной средах доминируют русский и татарский языки. В то же время, представители малочисленных этнических групп для целей повседневного общения нередко используют и родной для них язык. Языковую ситуацию в татарстанском региональном полиэтничном сообществе отличает важное обстоятельство, являющееся следствием предшествующих этнокультурных процессов и межъязыковых коммуникации, когда русский язык играл роль языка межнационального общения, значительно сужая сферу применения других языков, в том числе и татарского. Сегодня современным литературным татарским языком, как разговорным, так и письменным, владеет только относительно небольшая часть татар, в основном это гуманитарная интеллигенция и татары-горожане. Татарское население малых городов и сельской местности использует для целей коммуникации преимущественно разговорный татарский язык. Кроме того, переход от аграрного общества к городскому в РТ произошел гораздо раньше, чем в развивающихся афро-азиатских странах, опыт которых описан в трудах Р.Белла. Кратко рассмотрим основные достижения современной науки в области изучения языковой политики, проводимой в странах с этнически разнообразным составом населения. Прежде всего, термин «языковая политика» имеет расширительное и узкое толкование. В широком смысле под языковой политикой обычно понимают форму управленческой практики, объектом

которой являются языковые и межъязыковые взаимодействия в различных социальных сферах, средах и сообществах. Нередко языковая политика рассматривается в контексте демократической организации общества. Такой подход применяется в том случае, если субъектом языковой политики признается не только государство, но и общество. Основанием для анализа языковой политики с учетом ее тесной связи с демократической политической системой служит убеждение, что только демократия предоставляет гражданам широкие возможности для активного и конструктивного участия в разрешении языковых проблем [5].

Среди глубоких и разносторонних исследований языковой политики в полиэтничных обществах, где узаконены и функционируют различные модели лингвосоциальных коммуникаций, выделим работу Р.Белла. Несмотря на то, что британский социолингвист анализирует особенности разработки и осуществления языковой политики в странах Африки и Азии в постколониальный период развития, выводы, к которым он приходит, интересны и полезны для исследования модернизации качества социального капитала этносов РТ в аспекте осовременивания его духовно-культурной составляющей. Хотя бы потому, что Россию, по общему мнению, считают страной, осуществляющей «модернизацию вдгонку».

Как бы то ни было, Р.Белл роль ведущего субъекта языковой политики в развивающихся странах отводит «группе профессионалов», в число которых включает бизнесменов, политических лидеров, интеллектуалов, высокопоставленных государственных служащих, руководителей церкви, то есть представителей элиты общества. В процессе разработки и осуществления определенной языковой политики элита использует язык как средство поддержания и создания социальной дистанции между собой и основной массой членов общества. Вдобавок к этому, «правлящие круги» с помощью языка контролируют функционирование государственных учреждений или передают контролируемые функции другой элите [2, с.217].

На основе анализа исторического опыта Р.Белл выделяет три типа языковой политики, проводившейся элитой в странах Азии и Африки в период становления независимых национальных государств. Первый тип языковой политики предполагает создание экзоглоссного государства посредством утверждения языка бывших правителей в качестве национального официального языка (НОЯ). Это происходит в том случае, если представители элиты осознают отсутствие «великой традиции», под которой разумеют комплекс культурных признаков (право, правительство, религию, историю). Такая политика в условиях обширного языкового разнообразия и нестандартизованности многих языков представляется британскому ученому единственно возможным вариантом разумной и осмысленной языковой политики.

Второй тип языковой политики противоположен первому. Он избирается в том случае, когда

элита, а подчас и население страны в целом, признает наличие «великой традиции», а также соответствующего этой традиции языка. Впоследствии язык «великой традиции» становится национальным официальным языком (НОЯ).

Третий тип языковой политики основывается на признании существования нескольких соперничающих друг с другом «великих традиций», а, следовательно, и языков. Подобная этнокультурная и языковая ситуация обуславливает необходимость предоставления известной автономии региональным, религиозным, этническим и социальным общностям. Однако делается это не в ущерб национальному единству, так как формируется центральное правительство, располагающее эффективными средствами межнациональных коммуникаций. Как правило, описанная этнокультурная и языковая ситуация разрешается посредством сохранения языка бывших правителей в качестве НОЯ при условии, что вдобавок к нему национальным официальным языком становится еще один местный или даже несколько местных языков [3, с.227-229].

В контексте влияния языковой политики на модернизацию качества социального капитала полиэтничного региона особую ценность приобретают мысли Р.Белла по поводу политики в сфере народного образования. Среди прочего британский социолингвист, в частности, отмечает, что между языковой и образовательной политиками имеется тесная двусторонняя связь. Исходя из этого тезиса, Р.Белл подчеркивает важность школьного обучения детей на родном языке, а также на языке региональном (РОЯ), если такой имеется, чтобы при переходе от статичного сельскохозяйственного общества к динамичному городскому сохранить и дать возможность развиваться локальным культурам и языкам. Параллельно с родным и региональным языками школьники, по мысли британского ученого, должны овладевать и НОЯ. В конечном счете, члены полиэтничного общества обязаны хорошо знать и пользоваться как минимум двумя языками [4, с.227-231].

Конечно, этнокультурная и языковая ситуация в современном Татарстане существенно отличается от описанных Р.Беллом. В РТ в официальной, деловой и образовательной средах доминируют русский и татарский языки. Впрочем, представители малочисленных этнических групп для целей повседневного общения нередко используют и родной для них язык. Помимо этого, языковую ситуацию в татарстанском региональном полиэтничном сообществе отличает важное обстоятельство, являющееся следствием предшествующих этнокультурных процессов и межъязыковых коммуникации, когда русский язык играл роль языка межнационального общения, значительно сужая сферу применения других языков, в том числе и татарского. В результате сегодня современным литературным татарским языком, как разговорным, так и письменным, владеет только относительно небольшая часть татар. В первую очередь, гуманитарная интеллигенция и татары-горожане. Татарское население малых городов и сельской

местности использует для целей коммуникации преимущественно разговорный татарский язык. Кроме того, переход от аграрного общества к городскому в РТ произошел гораздо раньше, чем в развивающихся афро-азиатских странах. И, тем не менее, некоторые выводы Р.Белла, в особенности те, которые связаны с осмыслением специфики осуществления языковой политики третьего типа, вполне могли бы быть учтены при проведении языковой политики в РТ. Прежде всего, в системе школьного образования при выработке стратегии и тактики изучения школьниками двух официальных языков РТ, татарского и русского.

Языковая политика в узком смысле представляет собой деятельность по сохранению, очищению и осовремениванию фонетических, грамматических и лексических компонентов языка. Такая деятельность чаще всего определяется либо как «языковое планирование», либо как «языковое строительство». При этом под языковым планированием понимают модернизацию и упорядочение нормативной орфографии, грамматики и словаря, составляющих основу письменной и устной речи. Языковое планирование истолковывается как специфическая форма социального управления в современном обществе, которая может носить как абсолютно неформальный, так и организованный характер. Акторами языкового планирования могут выступать как частные лица, так и официальные учреждения [6, с.441-472]. В отличие от языкового планирования, понятие «языковое строительство» трактуется более широко: и как совершенствование языковых норм, и как оптимизация отношений между различными формами языков в этнически однородных общностях, а также между разными языками в полиэтничных сообществах [1].

Осмысливая культурный плюрализм в языковой политике, мы осваиваем опыт философского осмысления новых образовательных символов современных гуманитарных практик, связанных с функционированием интеграционных и динамических процессов в отечественной системе образования в условиях неопределенных критических ситуаций современной социокультурной действительности. В трудах современных российских ученых [7] культурный плюрализм рассматривается как модель, которая поддерживает развитие и сохранение культурных особенностей и различий этнических групп не только в мире в целом, но и в отдельно взятой стране. Согласно сторонникам концепции параллельное развитие различных культур

в русле общечеловеческой культуры предполагает их постоянное взаимное проникновение и обогащение. Современными исследователями рассмотрены возможные пути и способы перспективного развития разнообразных образовательных опытов в целях эффективного культурного самоопределения языковой личности профессионала и повышения профессиональной компетентности специалиста-гуманитария, культурно ориентированного на образованность, профессионализм и мастерство, иными словами, на гуманитарную самоорганизацию личности. Ученые и специалисты в области философии, социологии, культурологии, психологии и педагогики, опираясь на теоретические исследования в области межкультурного и межрегионального диалога [8, с.175-176] учитывают культурный плюрализм в языковой политике как важный фактор межнационального согласия, толерантности и взаимопроникновения культур.

Список литературы

1. Аврорин В.А. Проблемы изучения функциональной стороны языка / В.А. Аврорин. - Л., 1975
2. Белл Р. Белл, Роджер Т. Социоллингвистика: Пер. с англ. / Под ред. доктора филологических наук проф. А.Д.Швейцера / Роджер Т. Белл. - М.: Междунар. отношения, 1980. - С. 217.
3. Белл Р. Белл, Роджер Т. Социоллингвистика: Пер. с англ. / Под ред. доктора филологических наук проф. А.Д.Швейцера / Роджер Т. Белл. - М.: Междунар. отношения, 1980. - С. 227-229.
4. Белл Р. Белл, Роджер Т. Социоллингвистика: Пер. с англ. / Под ред. доктора филологических наук проф. А.Д.Швейцера / Роджер Т. Белл. - М.: Междунар. отношения, 1980. - С. 227-231.
5. См., например: Гришаева Е.Б. Языковая политика и демократия / Е.Б.Гришаева. / Проблемы современной лингвистики. - Волгоград: Изд-во Волгоградского госпедуниверситета, 2006.
6. Соссюр Ф. Соссюр Ф.де. Новое в лингвистике. Вып. VII. Социоллингвистика / Ф.де Соссюр. - М., 1975. - С. 441-472.
7. Соколов Е.А., Буланкина Н.Е. Методология культурного самоопределения формирующейся личности специалиста-гуманитария. Опыт философского осмысления / Е.А.Соколов, Н.Е.Буланкина. М.: Litres, 2016 – 327с.
8. Шадурский Г. Проблемы межкультурного и межрегионального диалога в учении Ф.Гюлена / Г.Шадурский // Социально-философские аспекты учения Ф.Гюлена. Взгляд белорусских ученых. Минск: «Беларуская навука», 2012. - С.175-176.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 681.5

*Нгуен Ван Тхинь**Кандидат технических наук, научный сотрудник кафедры авиаоборудования,
Академия противовоздушной обороны и военно-воздушных сил Вьетнама**Нгуен Ван Тхинь**Кандидат технических наук, научковый співробітник кафедри авіа-обладнання,
Академія протиповітряної оборони і військово-повітряних сил В'єтнаму**Nguyen Van Thinh**Ph. Doctor of technical sciences, assistant of the department of aviation equipment
Academy of Air Defense and Air Force, Vietnam*

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ SYNTHESIS OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF SMALL-SIZED UNMANNED AERIAL VEHICLE VERTICAL TAKEOFF AND LANDING

Аннотация. Рассмотрен комплексный синтез системы автоматического управления (САУ) малогабаритного беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки, который представляет собой новый класс малогабаритных летательных аппаратов с высокой маневренностью. Представлен метод обеспечения активной отказоустойчивости системы управления с глубиной до вида отказа и способ идентификации его аэродинамических параметров.

Ключевые слова: Отказоустойчивость, диагностирование, акселерометр, отказ, ускорение, угловая скорость.

Анотація. Розглянуто комплексний синтез системи автоматичного керування (САК) малогабаритного безпілотного літального апарату вертикального зльоту і посадки, який являє собою новий клас малогабаритних літальних апаратів з високою маневреністю. Представлений метод забезпечення активної відмовостійкості системи керування з глибиною до виду відмови і способ ідентифікації його аеродинамічних параметрів.

Ключові слова: Відмовостійкість, діагностування, акселерометр, відмова, прискорення, кутова швидкість.

Summary. The complex synthesis of automatic control system (ACS) of a small-sized unmanned aerial vehicle vertical takeoff and landing, which is a new class of small aircrafts with high maneuverability. A method for providing active control system with fault-tolerance to the type of failure and the method of identification its aerodynamic parameters.

Key words: Fault-tolerance, diagnosing, accelerometer, fault, acceleration, angular speed.

Постановка проблемы. Анализ тенденций развития беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1], указывает на то, что ведущие авиационные компании мира, проектирующие подобные летательные аппараты (ЛА), интенсивно занимаются созданием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (МЛА), обладающих свойствами самолетно-вертолетной аэродинамической схемы. Это обосновано тем, что целевое предназначение МЛА в большинстве случаев определяет наличие таких высоких аэродинамических маневров, как полет в горизонтальной плоскости и зависание над определенной точкой поверхности на продолжительный промежуток времени и применение их для реализации конкретных целевых задач как на открытом воздухе, так и в закрытых помещениях.

Актуальной задачей синтеза САУ является необходимость моделирования, и парирование аварийной ситуации системы управления МЛА в режиме реального времени: обеспечение работоспособности измерительной и исполнительной частей системы управления МЛА при возникновении ти-

повых видов отказов ее элементов. Системный подход к обеспечению отказоустойчивости, заключающийся в глубоком диагностировании технического состояния системы управления ЛА и гибком ее восстановлении в режиме реального времени имеющимися в наличии избыточностями элементов, которые заложены в систему в процессе ее проектирования или вводятся искусственно. Таким образом, в данной статье представлены решения следующих задач: провести анализ аэродинамической схемы маневренного автономного летательного изделия (МАЛИ), используя разработанный действующий макет подобного летательного аппарата; проанализировать существующие схемы размещения измерителей параметров движения МАЛИ и на основании проведенного анализа синтезировать компоновку измерителей, позволяющую обеспечить активную отказоустойчивость блоков датчиков; используя известный сигнально-параметрический подход исследования блока датчиков БИНС, построить алгоритмы диагностирования до видов отказов блоков; синтезировать модели, описывающие процессы, протекающие в замкнутом контуре «МАЛИ - система управления»

и построить программно-аппаратный комплекс позволяющий идентифицировать не только параметры замкнутой системы управления, но и аэродинамические характеристики МАЛИ.

Описание аэродинамической схемы МАЛИ. МАЛИ, как объект управления (рис.1),

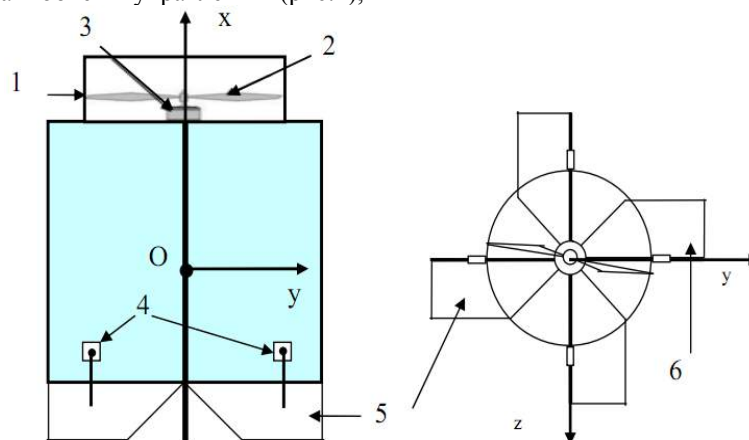


Рис. 1. Общая конструкция МАЛИ и размещение ее органов управления

САУ МАЛИ обеспечивает стабилизацию углов тангажа, крена и рыскания, компенсацию крутящего момента винта, переход МАЛИ от вертикального полета (висение) в горизонтальный полет и наоборот, выполнение полета по курсу. Безколлекторный электродвигатель (3) с вращающимися винтами (2), ось которого стоит на продольной оси МАЛИ, создает потока воздуха. В режимах взлета, посадки и висения МАЛИ работает как вертолет, т.е. подъемная сила создается вращающим винтом. В горизонтальном полете МАЛИ поддерживается под малым углом атаки, что приводит к появлению подъемной аэродинамической силы. Особенность построения исполнительной системы заключается в следующем: малогабаритный сервопривод принимает сигнал управления в виде широтной импульсной модуляции (ШИМ) с микропроцессорного управляющего устройства (МК), вал сервопривода (4) вращается, что в свою очередь приводит к отклонению рулей управления на угол, пропорциональный величине управляющего сигнала. Вдоль вала вращения руля управления установлены два мини потенциометра для получения сигналов пропорциональных углам поворота вала, которые в дальнейшем используют для решения задач диагностирования и восстановления работоспособности сервоприводов. Две аэродинамические поверхности управления по тангажу (5) и две аэродинамические поверхности управления по крену (6) размещены симметрично относительно корпуса МАЛИ, они отклоняются параллельно в одну сторону пропорционально обратной связи по углу тангажа или крена соответственно и являются управляющими органами движения относительно центра масс МАЛИ. Для компенсации крутящего момента винта поверхности (5), (6) отклоняется в противоположную сторону и парирует момент, а также управляет положением корпуса относительно продольной оси.

представляет собой статически неустойчивый ЛА, что в свою очередь определяет сложность синтеза системы автоматического управления (САУ) МАЛИ, а также необходимость обеспечения САУ МАЛИ свойством активной отказоустойчивости.

Обеспечение отказоустойчивостью БИНС

МАЛИ. На сегодняшний день существует огромное количество вариантов построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) [3,4], которое можно классифицировать по признаку наличия чувствительных элементов (ЧЭ), определяющих параметры углового движения МЛА: БИНС на акселерометрах и БИНС с гироскопическими измерителями угловых параметров БПЛА. Первая группа БИНС характеризуется простотой технической реализации, однако для нее присущи недостатки, связанные с определением направления вращения и очень актуальна проблема начальной выставки. Типичным представителем второй группы является БИНС на трех акселерометрах (АК) и трех датчиках угловой скорости (ДУС). Оси чувствительности акселерометров и ДУС ортогональны друг другу и совпадают (или параллельны) с осями связанной системой координат МЛА. Такое построение БИНС является наиболее простым с точки зрения обработки информации, но недостаток такой БИНС заключается в том, что она полностью не диагностируема, поэтому является актуальным задача проектирование БИНС, в которых количество ЧЭ и их компоновка позволяют решать основные задачи, возложенные на БИНС, а также диагностировать техническое состояние с глубиной до вида отказа [5].

Для выполнения условия полной диагностируемости БИНС необходимо обеспечение структурной и сигнальной диагностируемости устройства при решении каждой задачи диагностируемости. Обеспечение выполнения критерия сигнальной диагностируемости достигается путем формирования соответствующих входных сигналов, обеспечивающих выполнение соответствующего критерия. Выполнение критерия сигнальной диагностируемости является достаточным условием диагностируемости. Для обеспечения необходимого условия диагностируемости необхо-

димо выполнение критерия структурной диагностируемости БИНС, если система структурно не диагностируема при решении соответствующей задачи диагностического обеспечения, то она также сигнально не диагностируема, а соответственно не выполняются условия полной диагностируемости. Таким образом задача обеспечения структурной диагностируемости БИНС, является первостепенной и необходимой при разработке диагностического обеспечения.

Так как, БИНС принадлежит к объектам диагностирования с неизвестным входом, то единственный путь обеспечения выполнения критерия структурной диагностируемости, является введение структурной избыточности. Одним из примеров введения структурной избыточности, является

мажоритарная схема включения ЧЭ в БИНС – по три акселерометра и три датчика угловых скоростей по каждой оси, связанной с БПЛА системой координат. Но, несмотря на то, что указанная схема обеспечивает полную диагностируемость БИНС с глубиной до места отказа, введение избыточного количества ЧЭ приводит к увеличению массы, габаритов и энергопотребления БИНС. Подобное ограничение определяет актуальность задачи проектирования БИНС МАЛИ с минимальной структурной избыточностью, позволяющей обеспечивать структурную диагностируемость БИНС с глубиной до вида отказа [6], ее размещение датчиков представлено на рис.2.

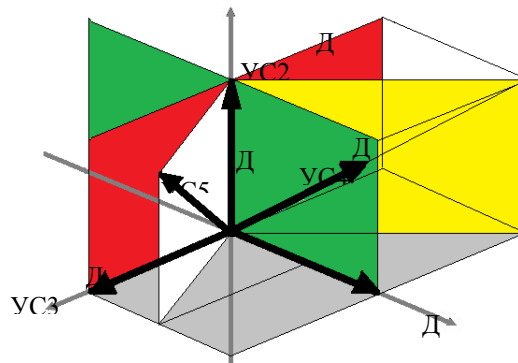


Рис. 2. БИНС с минимальной структурной избыточностью.

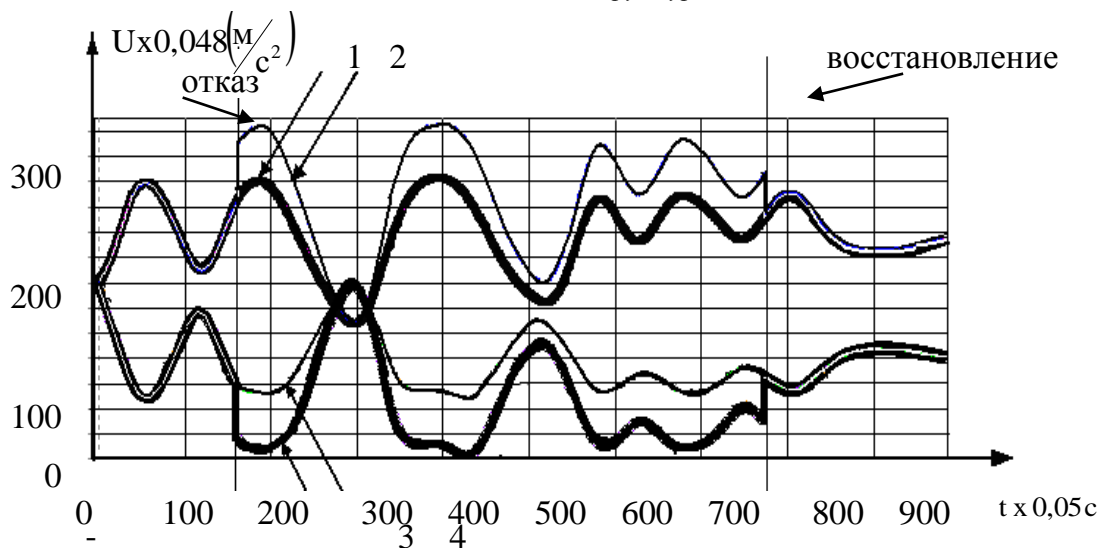


Рис. 3. Результаты эксперимента отказоустойчивого блока акселерометров БИНС: U - показание акселерометра; 1 – реальное показание исправного акселерометра; 2 – оценочное показание исправного акселерометра; 3 – реальное показание отказавшего акселерометра; 4 – оценочное показание отказавшего акселерометра.

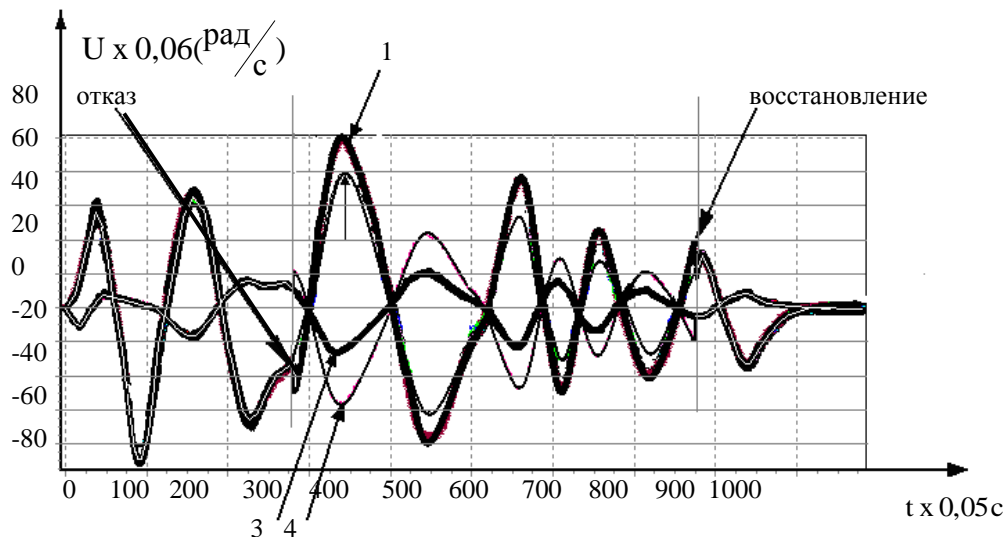


Рис. 4. Результаты эксперимента отказоустойчивого блока датчиков угловой скорости БИНС: U - показание датчика угловой скорости; 1 – реальное показание отказавшего датчика угловой скорости; 2 – оценочное показание отказавшего датчика угловой скорости; 3 – реальное показание исправного датчика угловой скорости; 4 – оценочное показание исправного датчика угловой скорости.

Результаты эксперимента (рис.3,4) для БИНС с минимальной избыточности показывают возможность самодиагностирования и восстановления работоспособности БИНС в режиме реального времени.

Аппаратно-программный комплекс исследования САУ МАЛИ. В процессе разработки САУ МАЛИ задача определения ее параметров, является трудоемкой, требующей обеспечения высокой точности их определения с целью достижения необходимых характеристик проектируемой си-

стемы. Поэтому экспериментальное определение характеристик САУ МАЛИ необходимо проводить применением комплексного подхода, охватывающего весь цикл проводимых экспериментов, которые необходимы на всех этапах разработки САУ. Кроме того, необходимо обеспечивать определенную достоверность получаемой информации о характеристиках МАЛИ: статические и динамические характеристики, получаемые для различных уровней иерархии наземных экспериментов.



Рис. 5. Схема построения комплексного эксперимента МАЛИ с математическим моделированием

В настоящее время комплексные программы экспериментов САУ МАЛИ направлены на увеличение объема наземных и сокращение летных испытаний, включающие процедуры идентификации параметров САУ МАЛИ и полунатурного моделирования, состоящего из нескольких этапов, что позволяет синтезировать САУ с высокими показателями качества и синтезировать алгоритмы отказоустойчивого управления МАЛИ. Так же в условиях наземных экспериментов имеется возможность контролировать и корректировать ряд испытываемых алгоритмов САУ МАЛИ, например, алгоритмы стабилизации; алгоритмы обеспечения отказоустойчивости САУ МАЛИ; алгоритмы реконфигурации структуры систем и т.д. Исходя из этого разработка аппаратно-программного комплекса исследования характеристик САУ МАЛИ позволила ускорить процессы синтеза алгоритмов отказоустойчивого управления и подтвердить экспериментальным путем полученных теоретических результатов, схема построения которой предложена на Рис. 5.

Идентификация математической модели МАЛИ. Данная система является неустойчивой поскольку, поэтому чтобы получить необходимые

данные для процесса идентификации нужно стабилизировать систему, значит нужно построить замкнутую систему с обратной связью, при этом на входе системы подается тестовой сигнал u (управляющее воздействие) изменяются и на выходе наблюдается реакция системы углом тангажа ϑ (Рис. 6). Идентификации параметров данного объекта в такой замкнутой системе может проводиться при естественных шумах объекта управления и создании дополнительных широкополосных шумов, вносимых в замкнутый контур. Тогда через контур обратной связи возникает корреляция между входными и выходными данными объекта, что может приводить к смещению оценок его параметров. Поэтому для устранения этого смещения необходимо выполнение двух условий идентификаруемости. Первое условие отвечает требованию априорной известности структуры и порядка модели объекта управления; второе условие задается неравенствами порядок передаточной функции и известна величина запаздывания в системе. Оба условия были обеспечены на предыдущих этапах исследования.



Рис. 6. Структурная схема идентификации параметров продольного канала управления МАЛИ: 1- 2- измеряемые выходные сигналы

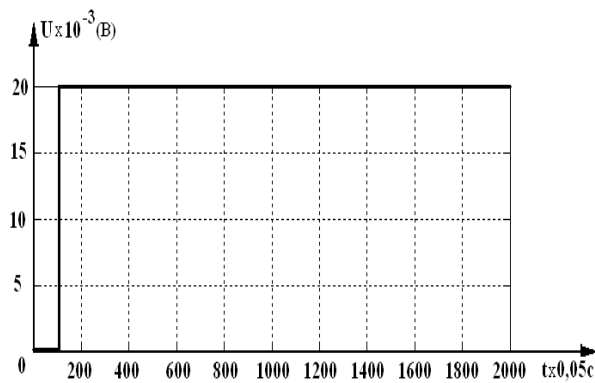


Рис. 7. Входные данные системы автоматической стабилизации угла тангажа МАЛИ

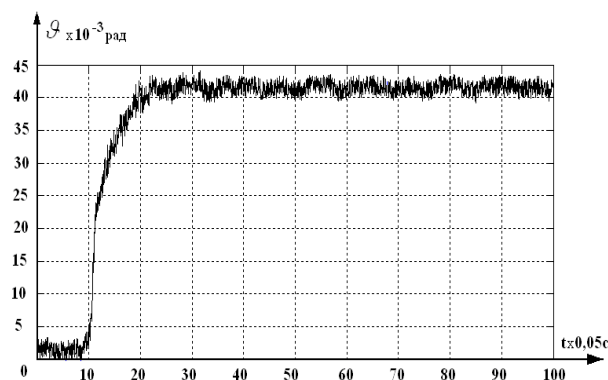


Рис. 8. Выходные данные системы автоматической стабилизации угла тангажа МАЛИ.

В данном случае используется программное обеспечение в виде М-файла (Matlab), в которой запрограммирован рекуррентный метод наименьших квадратов с исходными данными, полученными опытным путем в режиме стабилизации МАЛИ. Данные входа и выхода представлены на рис. 7,8, а результаты идентификации и моделирования на Рис. 9,11. При этом, анализ результатов моделирования разомкнутой и замкнутой систем с коэффициентами передаточной функции, полученными идентификацией, утверждает правильности моделирования к практическому эксперименту о том, что в разомкнутой системе МАЛИ не устойчиво, а

при замкнутой системе МАЛИ устойчиво, следует того, что система идентифицирована. После идентификации с помощью аппаратно-программного комплекса исследования проводится процесс калибровки математической модели МАЛИ, в результате того полученная математическая модель МАЛИ канал тангажа оценивается адекватности к реальному линейей регрессии (Рис. 11б). Линия регрессии (адекватности) показывает того, что результаты моделирования с машинной модели МАЛИ адекватны к экспериментальным данным.

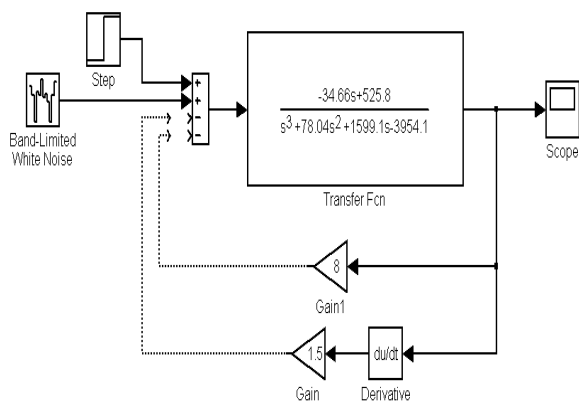


Рис. 9. Моделирование системы стабилизации угла тангажа МАЛИ

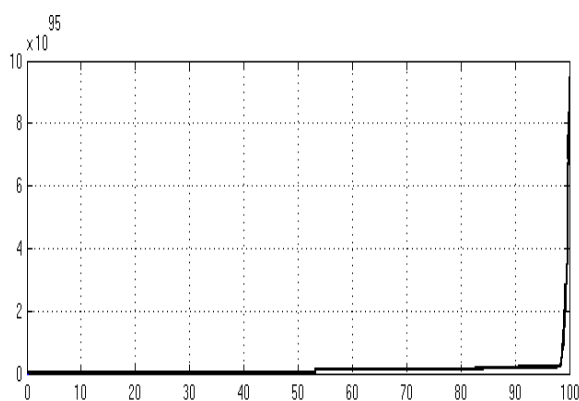


Рис. 10. Переходной процесс разомкнутой системы (не устойчива)

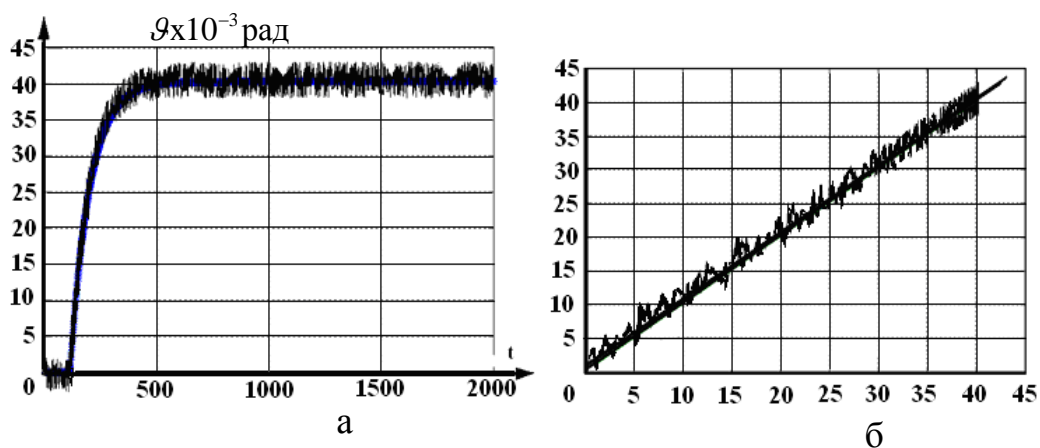


Рис. 11. Сравнение результатов моделирования и эксперимента:
а - переходной процесс замкнутой системы; б - оценка адекватности модели к реальному

Выводы. Основными результатами исследований, отраженные в данной работе, являются: выбор типовой модели МБЛА; размещения датчиков избыточной структуры, с целью обеспечения измерительной части МАЛИ свойством активной отказоустойчивости; формированием избыточного количества датчиков для условия полной диагностируемости блока датчиков. Также представлены результаты экспериментальной идентификация аэродинамических параметров МАЛИ в

режиме стабилизации на синтезированном аппаратно-программном комплексе и определена адекватность полученных моделей.

Список литературы:

1. Соколов В. Б. Беспилотные летательные аппараты, некоторые вопросы развития и применения / В. Б. Соколов., Е. Д. Гаряев // Мехатроника, автоматизация, управления. –2008. - № 2.– С. 12-23.
2. Фирсов, С.Н. Малогабаритный летательный аппарат вертикального взлета и посадки

[Текст] / С.Н. Фирсов, Нгуен Ван Тхинь // «Научные исследования – теория и эксперимент 2010»: материалы шестой международной научно-практической конференции, г. Полтава, 17-19 мая 2010 г. - Полтава: Изд-во «ИнтерГрафіка», 2010. – Т.6 – С. 95 – 97.

3. Эпифанов А. Д. Избыточные системы управления летательными аппаратами / А. Д. Эпифанов. – М.: Машиностроение, 1978. - 144 с.

4. Гордин А. Г. Математические модели и измерительные средства бескарданных инерциальных навигационных систем / А. Г. Гордин. – Учеб. пособие. – Харьков : Харьк. авиац. ин-т, 1997. – 113 с.

5. Кулик, А.С. Отказоустойчивое управление: состояние и перспективы / А.С. Кулик // Авиационно-космическая техника и технология. – 2000. – Вып. 15. – С. 18-31.

6. Нгуен Ван Тхинь. Комп'ютерне моделювання динаміки безпілотної літального апарату нетрадиційної аеродинамічної схеми [Текст] / Нгуен Ван Тхинь, С. М. Фірсов, О. В. Данченко, О. Е. Кописов // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 102 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». - Харків: ХНТУСГ, 2010. – С. 94 - 96.

Ademola Samuel Adegok, A.S

*PhD student, department of Information Technology
Taras Shevchenko National University of Kiev*

Ademola Samuel Adegoke, A.S

*Аспірант, кафедра інформаційних технологій
Тараса Шевченка Національний університет Київ*

Ademola Samuel Adegoke, A.S

*Аспирант, кафедра информационных технологий
Тараса Шевченко Национальный университет Киев*

THEORETICAL IMPLEMENTATION OF CARMA OVERLAY IN VOIP/SIP ТЕОРЕТИЧНА ЗДІЙСНЕННЯ КАРМУ VOIP / SIP ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ КАРМУ VOIP / SIP

Annotation: *Theoretical Implementation of CARMA model in VoiP/SIP network to show a potential improvement mechanism for SIP connection technique using CARMA a newly developed metric system.*

Аннотация: *Теоретические Внедрение Carma модели в сети / SIP VoiP, чтобы показать потенциальный механизм улучшения для техники соединения SIP с использованием Carma недавно разработанную метрическую систему.*

Анотація: *Теоретичні Впровадження Carma моделі в мережі / SIP VoiP, щоб показати потенційний механізм поліпшення для техніки з'єднання SIP з використанням Carma недавно розроблену метричну систему.*

Keywords: *VoIP, SIP, Internet, CARMA, Overlay Network, Distributed Systems*

Ключові слова: *VoIP, SIP, Інтернет, камера, накладені мережі, розподілені системи*

Ключевые слова: *VoIP, SIP, Интернет, камера, наложенные сети, распределенные системы*

1. PROBLEM DEFINITION

In building an efficient distributed network, topological distance estimation is key to managing network resources. Traditionally, node communication via message exchange is required and this typically has impact on resource consumption within the network.

VoIP (Voice over IP) is a method used for real-time delivery of voice communications and media sessions over public or private data network. In VoIP systems, the SIP is used for session initiations and it uses three primary address parts to locate an endpoint. Requests are sent to an SIP server via TCP to locate the client and registrations are subsequently set up following the success of the server to locate the node.

This is basically the dreaded server-client model which is not scalable and also unreliable due to single-point-failure where if the central server were to be down, the whole network goes down with it.

The unreliability of the server-client model gave birth to a new system, peer-to-peer, where nodes on the network form swarms and are collective contributors to the larger network as a whole. This system does not require a central server in most cases or if it'll ever need one, it'll merely be for the sake of registration on the network and the server the server has no real role to play in the activities that take place within the network.

A node on the p2p network that needs a resource sends a request for a file on the network, other nodes propagate the request for the file and available nodes with the file create a swarm then can they begin exchange of the file. Each node in the swarm is technically referred to as a seed. The requesting node maintains connection with the swarm till all data needed have been successfully downloaded.

This essentially makes the network scalable and to an extent guarantees more security for the nodes on the network as multi-layered security approach is employed.

The application of P2P systems can be found in some of the most notable overlay networks today, instant messaging, VoIP, video streaming e.t.c all use the peer-to-peer system to transmit packet data from endpoint to endpoint.

SIP despite being the preferred method of communication initiation in VoIP does not cater for scalability in the network and suffers greatly per bandwidth available hence a need for more ways to improve voip quality of service.

2. PREVIOUS RESEARCH

The concept of building a virtual network over an existing network is an old concept and the internet can in fact be considered an overlay network as it was originally built to overlay on telephone networks which was the most common at the time.

As the internet grew and more overlays were built, research has shown that VoIP which is an overlay on top of the internet started getting prominent due the low cost of setup and maintenance.

Researchers claim Upon the receipt of an analog voice (standard voice) by telephone, Voice Gateway first digitizes the signal and compresses the new digital signal in the form of standard data blocks, known as IP packets[3][6]. They say the packets are sent over the Internet to the entrance of a Voice Gateway, where the process is reversed and with this technology researchers claim it is possible to make three different types of calls: PC to PC, PC to phone, and phone to phone.

VoIP consists of three essential components: CODEC (Coder/Decoder), packetizer and playout buffer. At the sender side, analog voice signals are converted into digital signals, compressed and then encoded into a predetermined format using voice codecs. There are various voice codecs developed and standardized by International Telecommunication Union-

Telecommunication (ITU-T) such as G.711, G.729, and G.723 etc. After this, packetization process is performed and this is when the encoded voice is fragmented into equal size of packets. Each packet has protocol header from the different layers that are attached to the voice bit that has been encoded. These header are added to the packets using RTP(Real-Time-Protocol), UDP(User Datagram Protocol) and the IP(Internet Protocol) as well as DLL (Data Link Layer) header[5].

Additionally researchers claim, RTP and Real-Time Control Protocol (RTCP) were designed at the application layer to support real-time applications. Although TCP transport protocol is commonly used in the internet, UDP protocol is preferred in VoIP and other delay sensitive real-time applications. TCP protocol is suitable for less delay-sensitive data packets and not for delay-sensitive packet due to the acknowledgement (ACK) scheme that TCP applies. This scheme introduces delay as receiver has to notify the sender for each received packet by sending an ACK. On the other hand, UDP does not apply this scheme and thus, it is more suitable for VoIP applications[6]. The packets are then sent out over IP network to its destination where the reverse process of decoding and de-packetizing of the received packets is carried out. During the transmission process, time variations of packet delivery (jitter) may occur. Hence, a play out buffer is used at the receiver end to smoothen the playout by mitigating the incurred jitter. Packets are queued at the playout buffer for a playout time before being played. However, packets arriving later than the playout time are discarded.

Besides, there are signaling protocols of VoIP namely Session Initiation Protocol (SIP) and H.323[4][6]. These signaling protocols are required at the very beginning to establish VoIP calls and at the end to close the media streams between the clients.

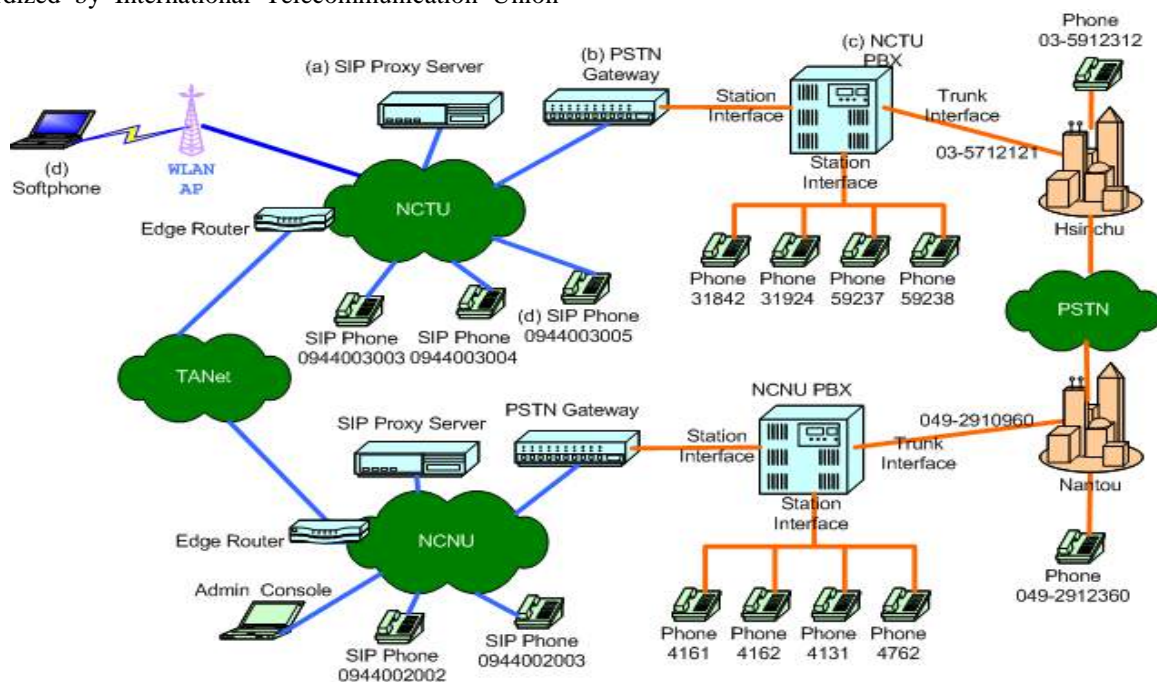


Fig 1. Typical VoIP Architecture

Previous research shows that SIP uses DNS procedures to allow a client to resolve a SIP URI into the IP address, port, and transport protocol of the next hop to contact and that it also uses DNS to allow a server to send a response to a backup client if the primary client has failed. It also uses the DNS to address the issues of server, intermediate proxy location as well as location of the backup client in the failure of the failure of the primary client.

First when an SIP connection is started, the SIP end system typically referred to as the user agent or client forwards the call request to a proxy server within

its own domain, this proxy server then locates the proxy server in the other user agent's domain and forwards the request to the server who uses the URI to locate the other agent.

As part of this call flow, proxy 1 needs to determine a SIP server for domain B. To do this, proxy 1 makes use of DNS procedures, using both SRV and NAPTR records which are basically specifications of data in the DNS that defines the location and port number of the servers and some other devices[2]. A diagrammatic representation of this usually referred to as the SIP trapezoid is shown in the figure below

RFC 3263

SIP: Locating SIP Servers

June 2002

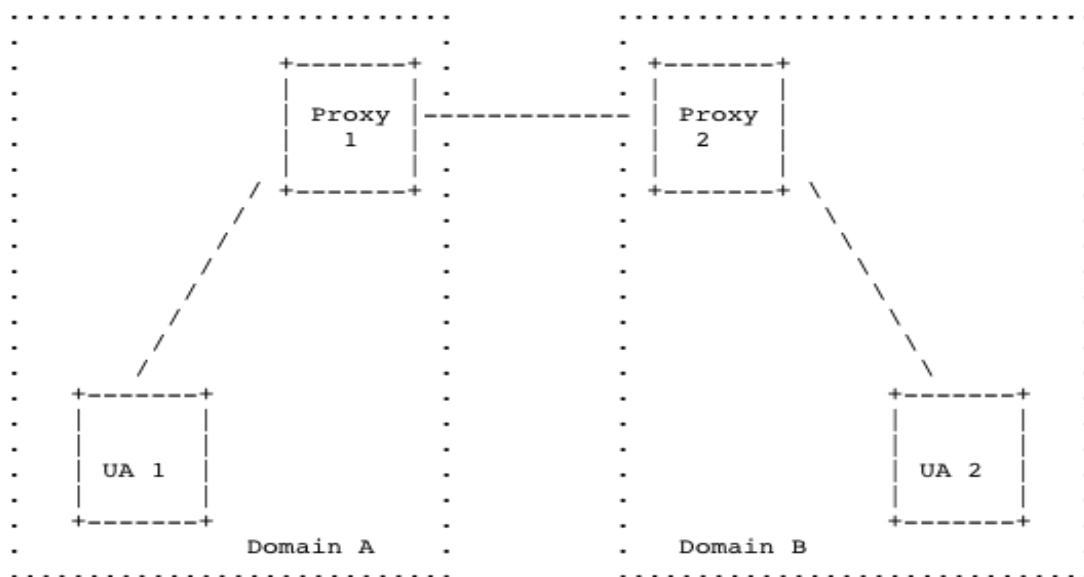


Figure 2. A SIP Trapezoid

It is important to note that DNS lookups can be used multiple times throughout the processing of a call. In general, an element that wishes to send a request may need to perform a DNS processing to determine the IP address, port and transport protocol of the next hop element (mostly the server) Such processing in principle could occur a number of times/number hops[5][8].

A common resolve most past research have is that since SIP is used for connection initiations, the time required to setup a call ideally should be minimal and the margin for error should follow suit.

2.1 VOIP/SIP Problems

Despite the relative low cost of hardware and software maintenance involved in the use of VoIP, there are still a few key problems associated with its use. During VoIP calls, packet loss is a common phenomenon and this often caused by jitters in the network and expired TTL in the packets. A network with high latency will often take longer to form the connection between the SIP clients and subsequent packet encoding/decoding will also suffer thereby leading to dropped calls, echos e.t.c[4][5]

Typically, it is advisable to have 80 to 90 kbps upload and download speed for a two-way conversation using the G711 codec. Other applications running on the softphone may also try to use part of the bandwidth

available thereby causing dead spots or creating choppy calls.

To achieve optimum call quality on VoIP, the use of network equipments that support packet prioritization along the link is required.

This is not necessarily a good option as the balance of bandwidth usage is affected by this therefore there is a need for a solution that is less expensive to both hard and software components of the network and also provides quality service without affecting the throughput of the network.

3. CARMA

To achieve a more stable SIP process and ultimately a higher QoS, a method of connecting clients that will be less reliant on bandwidth and coordinating server is required and this is where CARMA comes in[6][8].

CARMA is a network model that approximates the Internet as a mesh of interconnected Autonomous Systems. An AS is typically divided into IP ranges and subranges and may link to other ASes through a third subordinate AS. The mutual linkage of these ASes form an exchange point which allows to define the metric of how many AS junctions a packet has to travel between arbitrary nodes. But this falls short because the metric only allows for 7 locality flavors and practically, real

hop counts that go beyond 7 are common which consequently leads to dropped packets and therefore inability to communicate with nodes farther away. CARMA addresses this problem by locally computing the metric and it does this by downloading AS IP structure from the publicly available FTP server of RIR[5][6].

```

inetnum :      143.93.32.0 — 143.93.63.255
netname :      FH-RPL-NET
descr :        Fachhochschule Trier
descr :        Rechenzentrum
descr :        Schneidershof
descr :        D-54293 Trier
country :      DE
admin-c :      KM624-RIPE
tech-c :       RB373-RIPE
status :       ASSIGNED PI
mnt-by :       TRANSKOM-MNT
changed :      hostmaster@transkom.net 20050207
source :       RIPE

```

Fig 4. RIR database file

Judging by result accuracy, CARMA has been compared with other distance estimation techniques like PING and TRACEROUT and was even implemented in a p2p system, it was shown to have solved the problem of packets timing out before getting to destination and also the inaccuracy that occurs due to networks using packet shapers to block ICMP/TCP packets. CARMA showed an improvement of 2.7% during implementation in the P2P environment. This of course is what the first version of CARMA was able to achieve on a broad scale p2p network[3][5].

Bringing the local distance estimation technique of CARMA into clients in a VoIP network, where if each client were to be fully aware of the network and knows what is the shortest path to the client to which it intends to connect, this will decentralize the workload on the SIP server and make the system more scalable as well, during the encoding and decoding of the voice packets during the phone call, voice packets can be routed to and fro communicating clients through other clients within the network. This is basically creating another overlay network on top of the existing VoIP network and also unleashing the full potential of CARMA-P2P in VoIP.

4. CONCLUSION

Since CARMA does local computation of network awareness, implementation of CARMA in SIP to replace client location tasks currently handled by SIP servers will eliminate latency that might occur during connection sessions when a call is being initiated.

After downloading the file, CARMA converts the information into a format that can be indexed and then uses an in-built algorithm to estimate the metric between the arbitrary nodes.

While this may sound as simple as they come, a broader research work on the possibility of this will definitely pay off.

5. REFERENCES

- [1] Node Placement Analysis for Overlay Networks in IoT Applications International Journal of Distributed Sensor Networks Volume 2014 (2014), Article ID 427496,
- [2] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.208.439&rep=rep1&typ=pdf>
- [3] <http://www.internetsociety.org/what-we-do/issues/internet-exchange-points-ixps>
- [4] <https://www.euro-ix.net/documents/894-ixp-research-pdf?>
- [5] Poryev G. CARMA based MST Approximation for Multicast Provision in P2P Networks / Poryev G., Schloss H., Oechsle R. // In Proceedings of the Sixth International Conference on Networking and Services, 7-13 March 2010 p.,Cancun:Proceedings — Cancun, Mexico: IARIA, 2010.—P. 123–128
- [6] https://www.researchgate.net/publication/224136452_CARMA_based_MST_approximation_for_multicast_provision_in_P2P_networks
- [7] International Journal of Enhanced Research in Management & Computer Applications, ISSN: 2319-7471 Vol. 3 Issue 1, January-2014, pp: (15-23)
- [8] <http://www.voipmechanic.com/wanconnectivityandtheinternet.htm>

*Syedehmelina Meraji,**Ph.D. candidate,**Taras Shevchenko National University of Kiev,**Department of Information Technology*

MOBILE AD-HOC NETWORK AUTO-CONFIGURATION ACTUALIZATION AND SUBSEQUENT THREATS

Abstract: The main challenges in MANETs are automatic IP address configuration, scalable routing and the security of the network. The TCP/IP protocol allows the various nodes in a network to connect to each other through allocating a dissimilar and random IP address. A protocol in mobile Ad-Hoc networks is desirable to accomplish the network configuration automatically and in a dynamic way, that will utilize entirely nodes in the network as servers which manage and manipulate IP addresses. The main purpose of this article is to review and analyze the significant proposed auto-configuration protocols intended for mobile Ad-Hoc networks, through the classification of automatic configuration protocols, designed for most illustrative mobile Ad-Hoc networks. Furthermore, recognize the security solution constraints such as lightweight, decentralized, reactive and fault-tolerance in evaluating the MANET. This article likewise contains a comparison of auto-configuration protocols for mobile Ad-Hoc networks through stipulating the utmost applicable standards.

Keywords: MANET security, Ad-Hoc threats, wireless networks, security criteria.

Introduction. A MANET (Mobile Ad-Hoc Network) is an independent and autonomous assortment of mobile users that interconnect over comparative bandwidth inhibited wireless links. Mobile nodes in Ad-Hoc networks are able to move, join and leave the network spontaneously and without restrictions. Therefore, direction-finding in such networks is a fundamental issue. Nevertheless for numerous networks, a more significant problem is providing an energy efficient and resourceful routing protocol for the reason of the limited battery life of the wireless nodes. The network topology may change rapidly and erratically over time, creating mobility with the nodes. In MANETs, each node also works as a router for forwarding packets. There are two fundamental categories of mobile Ad-Hoc network routing algorithms: Proactive, where each node in Ad-Hoc network retains routing information and instruction concerning every other node in up to date fashion. Therefore, mobile nodes occasionally broadcast their routing tables to their neighbor's node. Proactive routing has a short response period time nevertheless, it consumes enormous overhead swapping routing data particularly when the mobility rate is large. On the other hand, Reactive protocols are the case where a mobile node maintains just the routes, which are presently in use. However, there is slight progress in resolving the protected auto-configuration issues in MANETs, which has controlled the propagation of threats producing vulnerabilities in MANETs. It is clear that ad-hoc networks have no integrated mechanism and strategy such as a firewall, intrusion detection system, or proxy in order to defend and protect against threats. Consequently, it is compulsory that the interest in defending each ad-hoc components or mechanisms within the network is the responsibility and accountability of associated node. Security is one of the critical and serious factors of concern to establish protected communication among dissimilar nodes in a MANET environment.

Ad-Hoc networking can be functional wherever there exists little or no communication infrastructure or

the currently existing infrastructure is costly or unsuitable to use within areas such as military battlefield, local level, commercial sector and personal area network. Furthermore, dissimilarities in the maximum capacity of nodes and links, frequent transmission errors as well as the lack of security may occur. Eventually, the confined resources of the mobile nodes must be transferred into specified account, which the *Ad-Hoc* network will generally make through battery-operated devices. In order to interconnect with each other, the *Ad-Hoc* nodes need to organize and configure their interfaces with local addresses which are valid within the *Ad-Hoc* network. The *Ad-Hoc* network nodes might possibly also set global routing addresses to connect with other devices on the Internet. Commencing the viewpoint of the IP layer, an *Ad-Hoc* network presents itself as a multi-hop level 3 network established by an assortment of links.

The main distinguishing properties of Ad-Hoc networks are self-organization, mobility, wireless capability and resource constraints as well as a set of hosts, more frequently called nodes. The key prominent and recurrent features are the self-organization property of the network. Meaning, there is no particular or specific authority in charge and controlling the establishment and coordination of the network. Further, the mobility component refers to the ability for nodes to join and leave the network and can change location over time. As a result, ad-hoc networks become extremely active and dynamic, which is the combination of fixed or static topology. The wireless capability of the nodes is the ability to communicate with other nodes through wireless links. The other property referred to as resource constraints mean that nodes have limited power, CPU, memory, bandwidth, etc. These limitations provoke nodes to be self-centered, trying to share individual resources as slightly as possible and to consume resources of other nodes as much as permitted [1].

In addition, Security Services and Attacks are two vital aspects in securing networks. Services refer to

protecting policies implemented to make a network secure while internal, external, passive and active attacks use network vulnerabilities to corrupt a security service. It is essential and mandatory for deployment of funds to ensure sustained network security and data integrity. In MANET, all networking functions such as routing and packet forwarding are performed by nodes in a self-organizing manner. Consequently, securing a MANET is challenging resulting from the absence of infrastructure, peer to peer architecture with multi-hop routing, mobile device physical vulnerability, stringent resource constraints, wireless medium and node mobility. Thus, the main purpose of this discussion is the

evaluation of MANET and consideration of the network's security attributes, focusing on the availability, authentication, confidentiality, anonymity, integrity, non-repudiation and authorization. Furthermore, it would be effective to recognize security solution constraints such as lightweight, decentralized, reactive and fault-tolerance in evaluating the MANET. Figure 1 shows the interaction between the security services, attack management challenges and the security parameters.

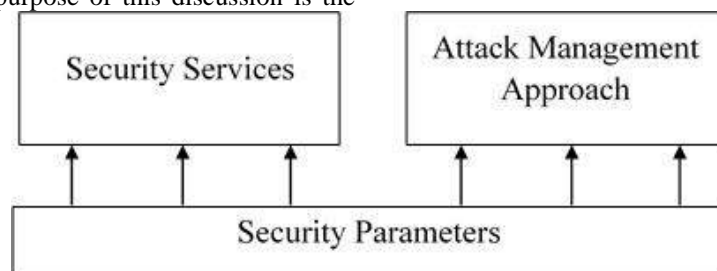


Fig. 1. Interaction between security parameters and challenges

The wireless network is largely prone to attacks resulting from the presence of active eavesdropping as well as passive interference. It is taking to implement and deploy security mechanisms because of the absence of Trusted Third Party adds. The limitation in computational capability and factors influencing power consumption that exists in most mobile devices play a role in the treats and the vulnerability of the service. Further, high-security algorithms such as public key algorithms require high computation as such cannot be handled by the mobile devices. MANET's self-organizing properties expose trusted nodes within the network to a higher chance of attack. Therefore, the fundamental task is the protection of the network's internal and external infrastructure [2]. Because of node mobility mechanism, it is hard to distinguish between stale routing and faked routing data.

The node mobility mechanism applies frequent networking reconfiguration which creates more chances for attacks. Current MANETs permit different types of attacks. These attacks are classified as modifications with the function of redirection by modifying route sequence number, redirection by modifying hop count, source route modification, tunneling, and impersonation. The routing protocol attacks include fabrication (falsifying route errors and broadcast falsified routes), spoofing attacks and rushing attacks, wormhole and lack of cooperation. As a result of the random node mobility, security becomes a complex issue. The application layer has security issues with detecting and preventing viruses, application abuses, worms and malicious nodes. In regards to authenticating and securing end-to-end communication, data encryption between two nodes is implemented in the transport layer to ensure security [3]. Protection of ad-hoc routing, as well as forwarding protocols, is the prevailing security issue in the network layer.

The security issue in the link layer is the protection of the integrity of wireless MAC protocol,

providing link layer security support and the general security of the link layer itself. Preventing signal jamming denial of service attacks is the security concern of physical layer [4]. For the assurance of precise effective and functioning of the network, it is necessary to confront issues such as the allocation of unique IP addresses, repair problems resulting from the damage or loss messages, allowance of multi-hop routing. The minimization of further packet traffic in the Ad-Hoc network also constrains efficiency and the flexibility of separation and merging of the mobile Ad-Hoc network prevent the ability to conduct synchronization [5].

The main challenges in MANETs are automatic IP address configuration, scalable routing and the security of the network. The automatic configuration protocols in mobile Ad-Hoc network can be categorized into the three different types conforming to the address management [6]. The first category is stateful approaches in which the mobile nodes recognize the network state such that nodes retain tables with the IP addresses of each node. Some of the state-full protocols are MANETConf, Dynamic Address Allocation Protocol (DAAP), Moshin and Prakash, and Extensible MANET Auto-configuration Protocol (EMAP). Further, protocols such as Thoppian and Prakash, Distributed Dynamic Host Configuration Protocol (D2HCP) and Sheu et al.'s protocol can be classified as stateful. The second category is stateless approaches, in this case, the IP address of a node is manipulated and administered by itself. Commonly they generate a random address and accomplish a procedure of duplicated address finding steps to confirm their individuality and uniqueness [7].

Some stateless protocols are: Duplicate Address Detection (DAD), Agent-based Passive Auto-configuration (APAC), address Reservation and Optimistic duplicated address Detection (AROD) and Automatic IP Address Configuration in Mobile Ad-Hoc Networks (AIPAC). The third category is the hybrid

approaches which is the combination mechanisms from the previous ones in order to reclaim and improve the scalability and reliability of the automatic configuration. Their algorithms have a high level of complexity comparing with the two other categories [8]. A node cannot take part in a communication, except it has its own IP address.

The hybrid protocols include Hybrid Centralized Query-based Auto-configuration (HCQA) and Passive Auto-configuration for Mobile Ad-Hoc Networks (PACMAN). To evaluate the efficiency metrics for the evaluation of auto-configuration in Ad-Hoc networks factor such as uniqueness, which refers to every MANET node having a unique IP address for each network interface for the reason that duplicate addresses can cause significant routing issues is critical. Overhead referring to swapping packet number to obtain an IP address and the latency with which nodes timeout to get the IP address support efficiency of auto-configuration. The routing protocol independence is and automatic configuration protocols that are able to affect networks in two different ways: leaning on a routing protocol to permit the routing of the new nodes connecting the network, or irrespective of the routing algorithm. Another factor, “uniformity” which means all nodes accomplish the same purpose in the automatic configuration process is as well a crucial factor. The submitted protocols share certain characteristics, although they correspond differently which produce a wide variety of concerns [9].

The new generation of Internet Protocol suggested by the IETF is the IPV6 (Internet Protocol Version 6) in order to substitute the present available Internet Protocol version intended for the Internet networks, generally known as IPv4. One of the reasons that led to improve and reclaim IPv6 was the lack of addresses. Nevertheless, IPv6 fixes likewise a number of problems and issues in IPv4 and also improves other functionalities in IPv4 such as network configuration and routing as well. IPv6 stateless auto-configuration originates on NDP (Neighbor Discovery Protocol), which is specific to links and maintains a native arrangement of broadcast or multicast. Links, in general, are covered by extension documents nonetheless, there is no deferral in Ad-Hoc networks auto-configuration. The IPv6 stateless auto-configuration essentially contains three different phases: Creation of a link-local address for the use on the local link; Identical Address Detection; and Construction of a site-local address for the use on the site. The Mobile Ad-Hoc networks (MANET) option for modern networks with “neighbor finding messages”. This contains a random source ID (RS-ID) field as shown in Figure 2. The value for each Neighbor Discovery Protocol sent a message through a mobile node is randomly selected and allows different messages to be sent through different nodes in network [10].

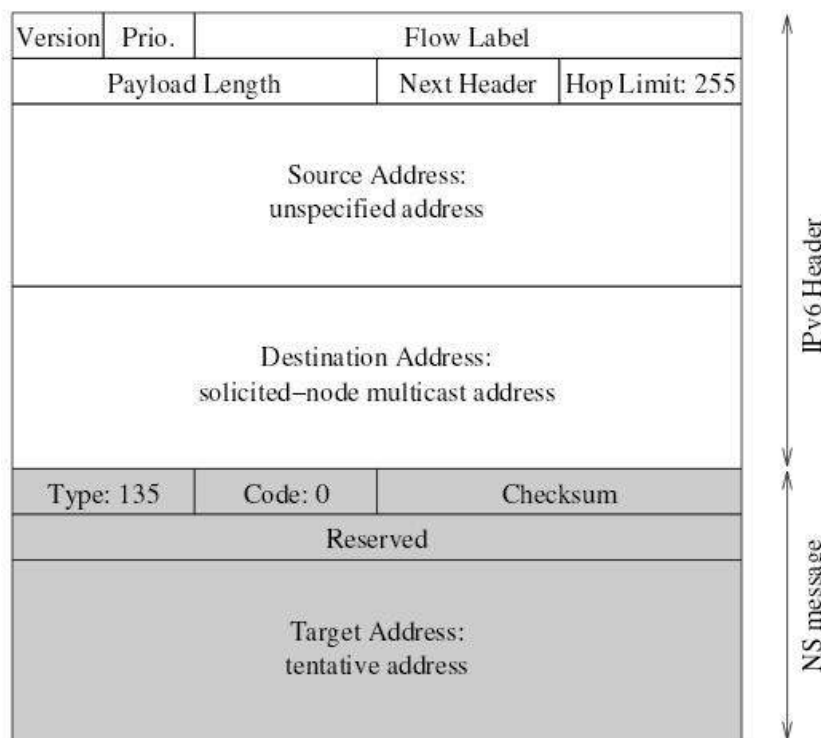


Fig. 2. The Neighbor Solicitation (NS) message

Some solutions implemented to secure routing protocols include authentication during all phases of data transmission, trust level metric, secure neighbor verification, and randomize message forwarding and onion encryption. There are detection solutions developed to notify selfishness activity of the nodes within

the network, these solutions include, End to end feedbacks, monitoring in promiscuous mode (watchdog) and activity based overhearing. In addition, implementation of reputation based solution and probing, and mutually according to admission in a network environment are detection solutions. Preventive solutions

against selfishness are nuglets (nodes, which use the service of others, must pay to nodes that provide the service to others) and data dispersal, this is the addition of redundancy to the message sent and enablement of partial reception to enhance successful reconstruction of messages [11].

Conclusions. There are some drawbacks to securing routing protocols, which include the requirement of the certificate authority or key sharing mechanism, difficulty to define trust level, important overhead when mobility increases and high computational cost. The requirement of network nodes is a mechanism setup in order to interchange and swap messages. Furthermore, TCP/IP protocols are able to allow the various nodes of similar networks to be associated with a different IP address. Because of the dynamic topology of mobile Ad-Hoc networks, automatic configuration protocols face numerous problems and issues with certifying the individuality of IP addresses. Through the classification of automatic configuration protocols, designed for most illustrative mobile Ad-Hoc networks, the special emphasis placed on D2HCP protocol. In its design consideration, it possesses advantages over predecessors, especially when efficiently managing the IP address space of the Ad-Hoc network.

The supplement of new nodes in a MANET for the duration of the auto-configuration procedure can produce and generate new vulnerabilities due to the variabilities in the behavior of these categories of networks, which would produce a deficiency of trust in the transmission or broadcasting of information through them. Finally, the present auto-configuration protocols, through the obtainable susceptibilities and vulnerabilities, have not determined in their majority the security difficulties that originate for the period of the supplement of new nodes, which generates a requirement for suggestions in the context of the latter constituent.

Bibliography:

1. C. Tschudin, R. Gold, O. Rensfelt, et al., "LUNAR -A Lightweight Underlay Network Ad-Hoc Routing Protocol and Implementation", Proceedings of NEW2AN'04, 2014.

2. S.a.A.k.G, H.o.d.R.m, and S. Sharma, "A Comprehensive Review of Security Issues in Manets," International Journal of Computer Applications vol. 69 2013.

3. S. Ozdemir and H. Cam, "Integration of false data detection with data aggregation and confidential transmission in wireless sensor networks," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 18, no. 3, pp. 736–749, 2010.

4. G. Karmakar Kh, Alam,J, Kamruzzaman and M. Murshed, "Dynamic adjustment of sensing range for event coverage in wireless sensor networks", Journal of Network and Computer Applications, vol. 46, no. 0, pp. 139–153, 2014.

5. S. Xu, M. Liu and S. Sun, "An agent-assisted QoS-based routing algorithm for wireless sensor networks", Journal of Network and Computer Applications, vol. 35, no.1, pp. 29 –36, 2012.

6. L. Ang, A. Zungeru and K. Seng, "Classical and swarm intelligence based routing protocols for wireless sensor networks: A survey and comparison", Journal of Network and Computer Applications, vol. 35, no. 5, pp. 1508 –1536, 2012.

7. G. Caro, M. Saleem and M. Farooq, "Swarm intelligence based routing protocol for wireless sensor networks: Survey and future directions", Information Sciences, vol. 181, no. 20, pp. 4597–4624, 2011.

8. W. Fu and P. Agrawal, "Capacity of hybrid wireless mesh networks with random Apps", IEEE Trans. Mobile Compute., vol. 12, no. 1, pp. 136-150, 2013.

9. Narten T, Nordmark E, Simpson W, Soliman H. Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6) Sep, 2007. RFC 4861; 2010.

10. Nesargi S, Prakash R. MANETconf: Configuration of Hosts in a Mobile Ad-Hoc Network. Proceedings of IEEE INFOCOM 2002; New York, NY, USA. June 2002; pp. 1059–1068, 2010.

11. Uttam Ghosh and Raja Datta, "A Secure Dynamic IP Configuration Scheme for Mobile Ad Hoc Networks", Elsevier, Ad-Hoc Networks, Vol. 9, pp. 1327–1342, 2011.

Андреев Александр Евгенович

магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Andreyev O.E.

undergraduate,

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПОКРИТТЯ БАЛАНСУ СПОЖИВАЧА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMER'S USE OF HYDROGEN FUEL CELLS

Анотація. Досліджено перспективи впровадження паливних елементів у споживачів в Україні. Для оцінки можливостей і перспектив споживачів у розрізі використання паливних елементів використано кластерний аналіз. На підставі зібраних статистичних даних розраховано інтегральний показник для кожного споживача, за допомогою якого згруповано споживачів з подібними характеристиками в окремі кластери.

Ключові слова: графік електричних навантажень, паливний елемент, групи споживачів, інтегральний показник, кластер.

Summary. The research of opportunities of consumer's use of fuel cells. Cluster analysis was used for opportunity assessment of consumers. Integral indicator was calculated on the basis of statistical data and consumers were grouped.

Keywords: Schedule of electrical loads, fuel cell, consumer's group, integral indicator, cluster.

Постановка проблеми. Паливні елементи – сучасні джерела живлення, які базуються на перетворенні хімічної енергії у електричну. Для стаціонарної енергетики найбільший інтерес представляють фосфорні паливні елементи, паливні елементи з розчиненими карбонатами та твердо оксидні паливні елементи. Вони характеризуються високими робочими температурами та значним часом виходу на номінальний режим роботи. Беручи до уваги те, що паливні елементи мають великий строк роботи та, як зазначено вище, слабкі регульовальні характеристики, можна використовувати їх для покриття базової частини навантаження.

Для забезпечення надійного і якісного електропостачання в будь-який момент часу в енергосистемі повинен підтримуватись баланс попиту споживачів на електричну потужність (електричну енергію, яка споживається приладами споживачів) та генеруючи потужностей, що знаходяться в роботі.

Через нерозривність процесу електропостачання й електроспоживання енергосистема змушена покривати графік навантаження споживача з усіма його нерівномірностями.

Актуальним питанням постає проведення аналізу можливості використання паливних елементів в залежності від режимних характеристик споживача.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Праці таких вчених, як Л.Ф. Козін, С.В. Волков, М.А. Стирикович, М.М. Бродач, С.Е. Pedro, М.Н. Mugerca зробили значний вклад у області новітніх джерел електричної енергії – паливних елементів. Усі статті мають описовий характер.

Виділення раніше невіршених частин загальної проблеми. Питання використання сучасних нетрадиційних джерел енергії, таких як паливні елементи, на підприємствах, управління режимами енергоспоживання за їх допомогою, економічна обґрунтованість їх використання залишаються не до

кінця вирішеними. Загальною проблемою також є врахування режимних характеристик у роботі споживача

Відкритими залишаються і питання переваги паливних елементів над іншими альтернативними технологіями для вирішення певного спектру задач та специфіка їх застосування в комбінованих системах енергопостачання.

Таким чином, необхідне визначення можливостей управління режимами енергоспоживання за допомогою паливних елементів, розробка нових методів, за допомогою яких можна визначити можливість використання паливних елементів у споживача електричної енергії з врахування властивостей обладнання.

Ціль статті – аналіз можливості використання водневих паливних елементів для різних груп споживачів електричної енергії.

Виклад основного матеріалу. На першому етапі вирішення завдань дослідження необхідним є формування груп споживачів, для яких можуть бути запропоновані різні види паливних елементів.

Ефективне проведення розподілу споживачів за групами дає можливість:

врахування специфіки споживачів різних груп при використанні альтернативних джерел енергії на основі паливних елементів;

забезпечення процесу більш детального дослідження споживачів в рамках однієї групи у розрізі заданого питання;

збільшення ефективності передачі і розподілу електричної енергії;

зменшення дефіциту генеруючих потужностей та ін..

Для дослідження груп споживачів електричної енергії сформуємо наступну послідовність дій:

– визначення показників для проведення аналізу;

– визначення математичного апарату;

– проаналізувати отримані дані;

– визначення найбільш доцільних альтернативних джерел живлення на основі паливних елементів для груп споживачів.

Для проведення аналізу груп споживачів, які сформовано за галузевим аспектом було використано кластерний аналіз, оскільки дані методи неодноразово використовувались для вирішення задач, пов'язаних з підвищенням рівня ефективності проведення енергетичного моніторингу і аналізування ефективності використання енергоресурсів [1].

Метою використання методів кластерного аналізу є дослідження груп споживачів електричної енергії з шляхом формування однотипних груп, для яких можна визначити потенціал регулювання навантаження за допомогою використання альтернативних джерел енергії на основі паливних елементів та сформувані підходи щодо використання певних видів паливних елементів.

Враховуючи універсальність методів кластерного аналізу, що дозволяють вирішувати наступні задачі [2]:

□□ розбиття вихідної сукупності груп споживачів на порівняно невелику кількість областей групування (кластерів) так, щоб елементи одного кластера були максимально подібними між собою;

□□ виявлення структури сукупності досліджуваних груп споживачів;

□□ визначення природного розшарування вихідних груп на чітко виражені кластери, які розташовані на деякій відстані один від одного, і які розпадаються на так само віддалені одна від одної частини.

Виконавши всі етапи алгоритму ієрархічного кластерного аналізу та побудувавши дендрограму для наочних результатів можна буде сміливо сформувати відповідні кластери груп споживачів в залежності від етапу кластеризації.

Отже перейдемо до проведення дослідження, яке пропонуємо провести з використан-

ням трьох показників, розрахованими за результатами режимних вимірів споживання електричної енергії за літній та зимовий дні 2015 року.

Для оцінки споживачів за їх можливістю використовувати паливні елементи потрібно врахувати їх багатогранну структуру, а також специфіку кожної з його складових. Слід в першу чергу звернути увагу на:

- добове споживання електричної енергії, кВт·год;

- мінімальне навантаження споживачів протягом доби, кВт;

- коефіцієнт нерівномірності добового графіку електричних навантажень.

Ці показники дозволять виявити групи споживачів з однорідним характером споживання потужності, для яких можна буде вибрати відповідний паливний елемент. Оскільки паливні елементи, які доцільно використовувати як енергоустановки великої потужності, мають досить невеликий маневровий потенціал і їх пропонується використовувати для покриття базового навантаження, як елемент гібридної системи, сформованої для споживача.

Кластеризацію будемо здійснювати в програмі STATISTIKA трьома методами: об'єднання (дерево видна кластеризація), кластеризація методом К–середніх, двуходове об'єднання. Оскільки отримані результати за кожним з методів збігаються, результати розрахунків представлені для деревовидної кластеризації. У програмі STATISTIKA можливе використання різних мір схожості і міри відстаней. На рисунках 1, 2 наведені результати розрахунку кластеризації для режимних днів 16.12.2015 р та 17.06.2015 р. При цьому встановлено обмеження при формуванні груп до трьох, враховуючи наявність трьох видів паливних елементів, а також особливостей споживачів щодо формування графіків електричних навантажень.

Дані по цих показниках [3] послужили основою для проведення обчислень.



Рис.1 - Результати кластеризації груп споживачів за характеристиками графіку електричних навантажень у режимний день 16.12.2015 року



Рис.2 - Результати кластеризації груп споживачів за характеристиками графіку електричних навантажень у режимний день 17.06.2015 року. Розглянувши результати кластерного аналізу, можна сформувати такі групи: Групи споживачів електричної енергії

№ групи	Споживачі
I	Чорна металургія
II	Світло, побут та інші споживачі
III	Паливна промисловість, кольорова металургія, хімічна та нафтохімічна, машбуд та металопереробна, лісна, деревооброб. та цел., будівельних матеріалів, скляна та фарфорофаянсов, легка, харчова, інші пром. виробництва, сільгоспспоживачі, електротяговий транспорт, міський електротранспорт, магістральний трубопровідний транспорт, будівництво, комунальне господарство

Перша група складається з одного споживача, який є компенсатором, а друга група складається зі споживача «пікового».

Проаналізувавши результати проведення кластеризації, вирішено дослідити групи за узагальненим (інтегральним) індикатором споживання електричної енергії для перевірки результатів кластеризації. Отже, кожену групу споживачів можна охарактеризувати певними значеннями, потім інтерпретувати як деяку точку, координатами якої є величини z_{ij} , $j=1,2,3,\dots,n$. Далі визначимо координати точки $P_0 \Rightarrow \max(\min)$, яку називатимемо еталоном і відповідно до алгоритму, представленого авторами [4], проведемо обчислення.

Оскільки всі складові мають різні одиниці вимірювання, ми їх стандартизуємо, нормалізувавши за середнім квадратичним відхиленням, тобто за формулою:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j}$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_1^m x_{ij}, \quad S_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_1^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$$

Внаслідок стандартизації показників отримаємо матрицю розміром $m \times n$ нормованих значень спостережень. Тоді кожного споживача можна інтерпретувати як деяку точку P_i в n – вимірному векторному просторі, координатами якої є величини z_{ij} , $j=1,2,\dots,n$.

Нормовані значення для режимних днів 2015 року

Групи споживачів	Режимний день 17.06.2015			Режимний день 16.12.2015		
	Обсяг споживання ел.ен.	Коефіцієнт нерівномірності	Базове навант.	Обсяг споживання ел.ен.	Коефіцієнт нерівномірності	Базове навант
Паливна промисловість	-0,22	0,71	-0,19	-0,19	0,89	-0,15
Чорна металургія	1,86	0,88	2,58	1,47	0,99	2,08
Кольорова металургія	-0,33	0,89	-0,32	-0,35	0,96	-0,34
Хімічна та нафтохімічна	-0,32	0,84	-0,29	-0,25	1,00	-0,21
Машбуд та металопереробна	-0,16	-1,30	-0,24	-0,11	-1,33	-0,18
Лісна, деревооброб. та цел.	-0,39	0,28	-0,40	-0,38	0,35	-0,40
Будівельних матеріалів	-0,32	0,36	-0,31	-0,34	0,38	-0,35
Скляна та фарфорофаянсов	-0,51	1,07	-0,54	-0,49	1,02	-0,53
Легка	-0,50	-1,42	-0,55	-0,47	-1,32	-0,53
Харчова	-0,19	0,25	-0,16	-0,23	0,30	-0,22
Інші промис. виробництва	-0,34	-0,10	-0,35	-0,31	-0,08	-0,33
Сільгоспспоживачі	-0,26	0,27	-0,25	-0,32	0,17	-0,33
Електротяга залізн. трансп.	-0,19	0,56	-0,15	-0,22	0,70	-0,19
Міськ. електротранспорт	-0,46	-2,44	-0,55	-0,43	-2,45	-0,53
Магістр. трубоп. транспорт	-0,48	0,88	-0,50	-0,47	-0,21	-0,51
Будівництво	-0,49	-1,10	-0,54	-0,46	-0,93	-0,52
Комунальне господарство	-0,12	0,23	-0,08	-0,04	0,44	0,01
Світло, побуд та інші споживачі	3,40	-0,84	2,85	3,60	-0,87	3,24

Далі визначаємо координати точки $P_0 = (z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n})$, яку називають еталоном (найбільше значення за кожною з ознак, коли ця ознака є стимулятором, і найменше значення, коли ознака є де-стимулятором) і знаходимо відстань від точки P_i до точки P_0 за формулою

$$d_{j0} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_1^m (z_{ij} - z_{0j})^2}$$

Розрахунок функції переваги індексу здійснений за наступною формулою

$$f(x_i) = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0}$$

$$d_0 = \bar{d} + aS_d, \quad \bar{d} = \frac{1}{m} \sum_1^m d_{i0}, \quad S_d = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_1^m (d_{i0} - \bar{d})^2}$$

Згідно з цією моделлю обчислення функції переваги (індекс в ідеалі дорівнює 1), чим значення для функції переваги $f(x_i)$ i -го споживача ближче до 1, тим індекс в його межах є вищим. Отримані значення індексу подано в наступному рисунку



Рис.3 – Оцінка інтегрального показника споживачів у режимні дні 2015 року

Аналізуючи отримані дані, можна прийти до висновку, що доволі велика кількість споживачів має приблизно однаковий індекс, виключення складає лише група освітлення та чорна металургія. Таким чином, можна сформувати 3 групи, які будуть аналогічними за складом до тих, що отримані за допомогою кластерного аналізу.

Враховуючи існуючі статистичні дані, за якими проведено дослідження в розрізі груп споживачів з використанням математико-статистичних методів, можна розподілити споживачів за рівнем регулювання навантаженням.

Використання паливних елементів у споживачів електричної енергії з урахування їх характеристик графіків електричних навантажень

Номер групи споживачів згідно класифікації	Загальна характеристика	Запропонований паливний елемент	Примітка
I	Значна потужність, невелика кількість споживачів	Твердооксидний паливний елемент (ТОПЕ)	ТОПЕ мають установки високої потужності (до 10 МВт), але слабо регульовані через значний час виходу на номінальну потужність
II	Значна потужність, велика кількість споживачів з малим одиничним навантаженням	ТОПЕ, Фосфорнокислотні паливні елементи, ФКПЕ	ФКПЕ можна використовувати у побутовому секторі через великий діапазон потужностей, на які виробляються паливні елементи
III	Різноманітні споживачі, які характеризуються значно меншим споживанням, а ніж I, II групи	ТОПЕ, ФКПЕ, паливні елементи з розплавленими карбонатами (РКПЕ)	РКПЕ має найменші установки серед інших паливних елементів та невелику потужність (до 1 МВт)

Висновки і пропозиції. За результатами роботи розподілено паливні елементи серед споживачів електричної енергії.

Доведено, що використання запропонованого підходу щодо дослідження споживачів дозволить ефективно впроваджувати методи управління електроспоживанням на основі сучасних альтернативних джерел енергії.

Для підвищення ефективності формування груп споживачів необхідно використовувати додаткові показники щодо надійності.

Список літератури

1. Савчук Т.О. Використання кластерного аналізу для вирішення задач цільового маркетингу / Т.О. Савчук, Р.А. Луценецький // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. -2011.- №2.- С. 144-148.

2. Грачевська Н. Використання методів кластерного аналізу при багатовимірній періодизації та типологізації в дослідженні закономірностей глобалізації країн світу / Н. Грачевська, Н. Ковтун// Вісник київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка. Економіка. -117/2010. - С. 4-5.

3. Річний огляд діяльності Держенергонагляду за 2015 рік. – Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=165379

4. Лукань Л. Застосування кластерного аналізу для оцінки розвитку малого підприємництва в регіонах України / Л. Лукань, Г. Цегелик // Формування ринкової економіки в Україні. — 2009. — Вип. 19. — С. 73—80.

УДК 004.738.52

Безгачев Євген Ернестович

*магістрант кафедри Наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем
Національно технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*

Bezghachev E.E.

*Master of Department Scientific, analytical and ecological devices and systems
National Technical University "Kyiv Polytechnic Institute"*

**ОСНОВНІ ЧИННИКИ РАНЖУВАННЯ В ПОШУКОВІЙ СИСТЕМІ GOOGLE
THE MAIN FACTORS OF RANKING ON GOOGLE**

Анотація: Сформовано головні чинники, які враховують алгоритми пошукової системи Google, для підвищення релевантності в органічній пошуковій видачі. Сформовано головні фільтри пошукової системи Google. Розглянуто ключові фактори домену, on-page фактори (на рівні web-сторінок), фактори сайту, фактори посилань та соціальні фактори.

Ключові слова: пошукова система, ранжування, Google, алгоритми пошукової системи, Калібрі.

Summary: Formed main factors that account for the search engines algorithms of Google, to improve relevance in the organic search results. Formed main filter search engine Google. Considered key's of domain's factors, on-page's factors, site's factors, link's factors and social's factors.

Keywords: search engine ranking, ranging, Google, the search engine algorithms, Humming-bird.

Вступ

За даними компанії uaweb.ua на липень 2015 року кількість людей, які користуються пошуковою системою (ПС) Google в Україні складає 65,66% від загального, на другому місці ПС Яндекс – 32,91%. Саме тому важливіше за все адаптувати свій сайт під ПС Google, хоча більшість нижче перерахованих факторів мають вплив і на останні пошукові системи з більшим чи меншим рівнем впливовості. Підвищення вагомості сайту в пошуковій системі Google суттєво підвищує кількість зацікавлених унікальних відвідувачів на сайті, для більшості цілей: починаючи від популяризації ресурсу, закінчуючи монетизацією.

Точний алгоритм ранжування ПС знаходиться в секреті кожної пошукової системи, за для зменшення маніпулювання на ранжування в органічній видачі в ПС. В інакшому випадку, це призвело би до засмічення видачі штучно підвищеними сайтами, які не відповідали, або частково відповідали запиту користувача.

Модифікація алгоритму ПС Google проходить чи не кожен місяць, за для більшого задоволення потреб користувачів. Використання пошукових ботів та підключенням системи штучного інтелекту RankBrain для аналізу запитів з 2015 року, який допомагає головному алгоритму Hummingbird («Калібрі»), який до середини 2013 року не мав назву.

«Калібрі» включає в себе також такі фільтри:

- Panda – алгоритм пошукової системи, який був створений для пониження в результатах пошукової видачі сайтів з не унікальним, низькоякісним та дубльованим контентом;

- Penguin – алгоритм для зменшення сайтів низької якості, з великою кількістю штучно нарощеної силочної маси та переспаму в ключових словах;

- Mobile-friendly – алгоритм, який підвищує в пошуковій видачі сайти, які адаптовані до мобільних пристроїв, та навпаки.

- PayDay Loan – алгоритм, створений для боротьби с переспамленими посиланнями;

- Top Heavy – алгоритм, створений для видалення з топа пошукової видачі ресурсів на сторінках котрих рекламний контент переважає над змістовним складом;

- Pirate – алгоритм покликаний для боротьби з порушенням авторських прав.

Всі ці алгоритми створені для обробки більш ніж 200 факторів, як неодноразово заявляли представники Google. Для входження в топ по ключовим запитам достатньо дотримуватись 105 факторам, які наведені нижче.

Фактори домену

1. Вік домену. Вік домену враховується, але це не дуже суттєвий фактор, як стверджує Мет Катс, інженер-програміст, головний розробник фільтру Google Panda: «Різниця між доменом, зареєстрованому 6 місяців тому і доменом, який існує рік не так вже й істотна». Але якщо брати більший вік домену від 2-3 років, то це дає певну перевагу.

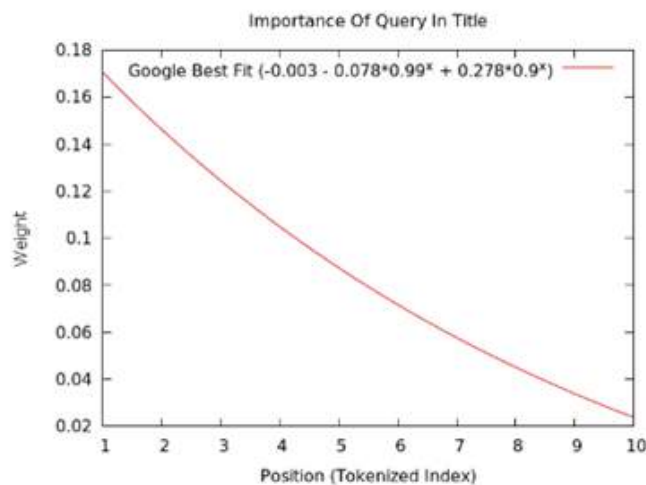
2. Ключові слова в доменному імені верхнього рівня. Якщо ваш сайт буде мати напрям, наприклад, продажі та ремонту замків та комплектуючих, головне ключове слово буде «замок» та ваш домен буде мати назву, наприклад, www.zamok.ua, то це суттєво підвищить ваше місце у пошуковій видачі за цим за просом.

3. Термін реєстрації домену: в патенті Google затверджується: «Цінні (правильні) домени оплачуються на кілька років вперед, в той час як непотрібні (неправильні) домени рідко використовуються більше ніж рік. Тому, дата закінчення терміну реєстрації домену може використовуватися для передбачення «правильності» сайту.

Фактори на рівні Web-сторінок

4. Ключове слово в тезі «title»: Тег «title» на сторінці є другим за важливістю складовим сторінки (крім самого контенту) і тому дає великий вплив на релевантність сайту.

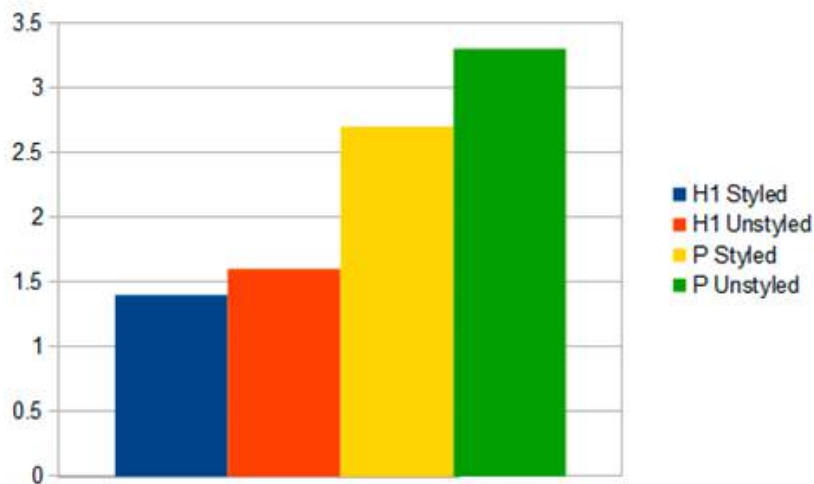
5. Тег «title» починається з ключового слова: згідно SEOMoz, теги «title» починаються з ключового слова дають куди більший ефект, ніж якщо вони будуть знаходитися в іншій частині тега.



6. Ключове слово у тезі «description»: Це також дуже важливий показник релевантності.

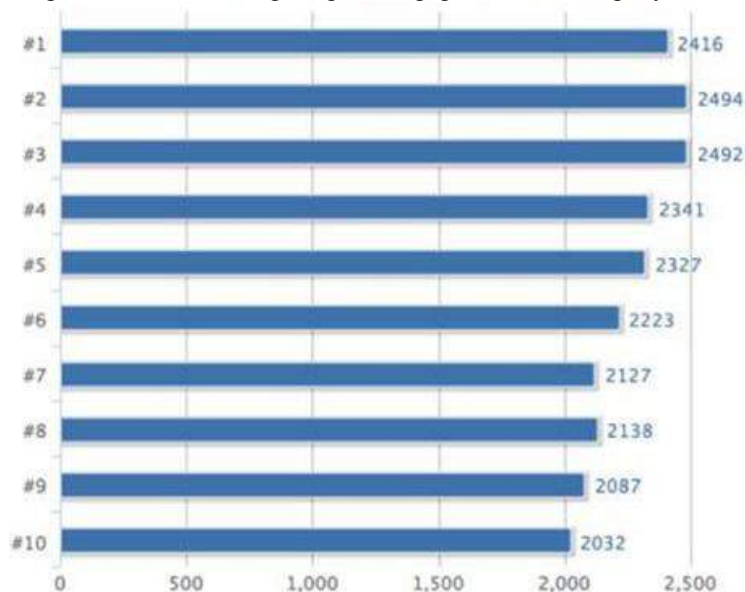
7. Ключове слово у тезі «H1»: Тег «H1» це другий за важливістю після тега «title», який значно

впливає на релевантність сайту, згідно з даними досліджень:



8. Ключове слово часто використовується в контенті сайту: Поява ключових слів у контенті сайту найчастіше від усіх є позитивним фактором в релевантності сайту. Але бажано використовувати не більше 4 разів одне слово, в інакшому випадку велика можливість потрапляння під спам-фільтр.

9. Довжина контенту: Сайти з великою кількістю слів в контенті покриває тему більш широко. Співвідношення довжину контенту на сайті з позицією на сторінці результатів пошуку можемо побачити на рисунку, за результатами дослідження інформаційного запиту:



10. Щільність ключових слів: Хоча зараз це не має такого великого значення як раніше, проте, Google використовує цей показник, щоб визначити основну тему сайту. Але не варто переходити межі, інакше це може навпаки серйозно нашкодити.

11. Швидкість завантаження сторінки HTML: Google і Bing використовують швидкість завантаження сторінки, як фактор релевантності. Пошукові машини можуть оцінити орієнтовну швидкість, судячи по коду сторінки і розмірами файлів, що знаходяться в ній.

12. Дублювання контенту: повторюваний контент на сайті (навіть незначно змінений) негативно впливає на його релевантність.

13. Налаштування атрибуту «rel=canonical»: При правильному використанні даного атрибуту, ваш контент не розпізнає Google як повторюваний.

14. Швидкість завантаження сторінки в Chrome: Google використовує, призначену для користувача базу Chrome, за показниками завантаження, враховуючи швидкість сервера, використання CDN та інші не пов'язані з HTML показники швидкості.

15. Оптимізація зображень: Зображення на сторінках сайту передають Google важливу інформацію його релевантності через назву (Тема, опис, підпис).

16. Давність оновлення контенту, частота та історія оновлення контенту: частота внесення пра-

вок і оновлень, є також фактором свіжості контенту. Додавання і видалення цілих розділів набагато ефективніше в питаннях релевантності, ніж внесення дрібних поправок або заміни порядку слів. Історія оновлення контенту: Як часто контент оновлювався? Щодня, щотижня? Частота оновлення також грає чимало важливу роль, як фактор свіжості контенту.

17. Перевага ключового слова: наявність ключового слова в 100 перших слів вмісту сайту є позитивним фактором релевантності.

18. Ключове слово в тегах «H2», «H3»: Наявність ключових слів в даних тегах дають слабку ефективність, як помітили SEOMoz's.

19. Порядок ключових слів: Точне співпадіння в порядку ключових слів в запиті буде визначено позитивно впливати на релевантність, в відміню від сайту з ключовими словами в іншому порядку. Наприклад: Користувач шукає: "способи гоління кішок". Сторінка з оптимізованими ключовими словами під цю фразу "способи гоління кішок" будуть мати більшу релевантність, ніж сайти з ключовими словами в іншому порядку "способи для гоління кішок".

20. Якість вихідних посилань: Більшість SEO експертів стверджують, що посилання на авторитетні сайти підвищують довіру і до вашого, як наслідок підвищується релевантність.

21. Тема сайтів вихідних посилань: згідно SEOMoz, пошукові машини можуть використовувати спрямованість сайтів, на які ви посилаєтесь як фактор релевантності. Наприклад, якщо у вас сайт про машини, а ви розміщуєте посилання на сайт про фільми, то Google може це прийняти за негативний фактор в призначеннях для користувача запити на тему «машини».

22. Граматика та орфографія: Хороша грамотність і орфографія контенту на вашому сайті безумовно хороший знак, хоча Cutts висловив змішану думку в 2011 на тему чи важливо це чи ні.

Results by reading level for reading level:



31. Партнерські посилання: Самі по собі партнерські посилання, можливо, не вплинуть негативно на релевантність сайту, але якщо їх буде надто багато, то алгоритми Google можуть ретельніше перевірити ваш сайт за іншими показниками щоб переконатися, що він не є партнерськими.

32. HTML помилки / WC3 валідація: Велика кількість HTML помилок або неякісно написаний код, є фактором низької якості сайту. Багато SEO експерти вважають, що WC3 валідація є слабким показником якості.

33. PageRank сторінки: В цілому, сторінки з більш високим PR, також будуть мати більш високу релевантність і навпаки.

23. Показник оригінальності контенту: Викладається на вашому сайті тільки оригінальний контент? Google використовує додатковий показник оригінальності контенту і якщо вміст вашого сайту було скопійовано з іншого ресурсу, це буде відігравати негативну роль в релевантності сайту.

24. Корисний додатковий матеріал: Згідно недавно опублікованій директиві Google, корисний додатковий контент - це показник якості сторінки. Приклади: конвертери валют, кредитні калькулятори і сайти рецептів.

25. Кількість вихідних посилань: Занадто багато «dofollow» посилань можуть зменшити релевантність сторінки.

26. Медіа: Зображення, Відео та інші медіа складові можуть служити показником якості контенту.

27. Кількість внутрішніх посилань, які перенаправляють на іншу сторінку: Кількість внутрішніх посилань, які відправляють на дану сторінку, можуть служити знаком важливості цієї сторінки щодо інших на одному сайті.

28. Якість внутрішніх посилань, які відправляють на сторінку: Внутрішні посилання з авторитетних сторінок сайту можуть дати більший ефект, ніж посилання сторінок з низьким PR.

29. Непрацюючі посилання: Наявність великої кількості непрацюючих посилань, можуть служити знаком занедбаності, а відповідно і низької якості даного сайту.

30. Рівень аудиторії: Немає сумніву в тому, що Google оцінює рівень аудиторії сторінок сайтів: Але що ж Google робить з цієї досить таки спірною інформацією? Деякі стверджують, що просто інформація «Basic» рівня легкою для сприйняття більшої кількості людей, наслідок має більш високу релевантність. Однак, Linchpin SEO встановив, що рівень аудиторії, це один з факторів, який відокремлює якісні сайти від дешевого купленого у рерайтерів контенту.

34. Довжина URL: Search Engine Journal журнал зауважив, що надмірно довгий URL може негативно позначитися на релевантності сайту.

35. URL шлях: Сторінки, URL яких ближче до домашньої сторінки незначно можуть збільшити свою релевантність.

36. Категорія сторінки: Сторінка, що знаходиться в будь-якої категорії - це позитивний фактор релевантності. Сторінка, яка відноситься до категорії близько пов'язаної з пошуковим запитом отримує куди більш високий показник релевантності в порівнянні з тією, яка менш пов'язана або взагалі не пов'язана із запитом.

37. Ключове слово в URL: Ще один чимало важливий фактор релевантності.

38. URL Рядок: Категорії в URL рядку читаються Google і можуть дати зрозуміти йому про що ця сторінка:

39. Посилання на джерело: Посилаючись на джерела, наприклад: наукову статтю, можна також підвищити свою релевантність. У директиві Google також зазначено, що оглядачам слід стежити за джерелами в їх публікаціях.

40. Пріоритетність сторінки на мапі сайту: Пріоритет сторінки можна дати у файлі sitemap.xml. Більш пріоритетні сторінки можуть мати більшу релевантність.

41. Кількість додаткових ключових слів: Наявність додаткових ключових слів у сторінки може також дати Google знак якості сторінки.

42. Вік сторінки: Хоча Google і вважає за краще свіжий контент, стара сторінка, на якій контент постійно оновлюється буде вигравати в іншій більш новій сторінки.

43. Зручний для користувача макет сторінки: Ще раз посилаючись на директиву Google: Макет сторінки найвищої якості робить набагато більш помітним її основний контент.

Фактори сайту

44. Зміст в контенті цінної і унікальної інформації: Google стверджує, що вони полюбляють на сайти, які не вносять нічого нового, особливо на так звані «партнерські».

45. Сторінка «Зв'яжіться з нами»: Не раз вищезгадана директива стверджує, що Google вважає за краще сайти з достатньою кількістю контактної інформації ". Також буде перевагою, якщо ваша контактна інформація буде відповідати з інформацією домену.

46. Довіра до домену/TrustRank: Рейтинги довіри до сайту визначається тим, скільки сайтів з високим рівнем довіри посилаються на ваш - це фундаментальний фактор.

47. Архітектура сайту: Добре спроектована архітектура сайту (особливо архітектура «silos») допомагає Google розібрати ваш контент належним чином.

48. Оновлення сайту: Як часто оновлюється сайт - особливо, як частина на сайт додається новий контент - це найважливіший показник свіжості контенту сайту. 66. Кількість сторінок: Кількість сторінок на сайті не є важливим показником авторитетності сайту, але, по крайній мере, цей сайт буде легко відрізнити від «партнерського» сайту.

49. Наявність карти сайту: Наявність карти сайту допомагає пошуковим машинам індексувати ваші сторінки більш ретельно, покращуючи релевантність.

50. Uptime сайту: Довгий «відключення» вашого сайту через технічні робіт або проблем на сервері можуть зашкодити вашій релевантності.

51. Місцезнаходження сервера: Місцезнаходження сервера може впливати якщо воно відрізняється від місцезнаходження запиту. Особливо важливо в пошуках «в своєму регіоні».

52. SSL Сертифікат (Сайти електронної комерції): Google підтвердив, що вони звертають увагу на SSL сертифікати. Це відноситься до сайтів

з електронною комерцією використовують SSL сертифікати.

53. Сторінки «правила обслуговування» і «політика конфіденційності»: Ці дві сторінки допомагають Google зрозуміти, що даний сайт є надійним «членом» всесвітньої мережі.

54. Повторення локального контенту: Повторення сторінок і meta інформації на вашому сайті може негативно вплинути на релевантність вашого сайту.

55. Мобільна версія сайту: Офіційна позиція Google - наявність мобільної версії - це показник уважності сайту до користувача. Сайти отримують нових додаткових користувачів, що використовують мобільні пристрої.

56. YouTube: Немає сумніву, що відео на YouTube дають перевагу на сторінці результатів пошуку (можливо навіть тому, що YouTube є власністю Google): Фактично, Search Engine Land виявили трафік YouTube.com істотно збільшився після введення нового пошукового фільтра Google Panda.

57. Юзабіліті сайту: На сайті, незручному у використанні або з поганою навігацією завжди маленьке час знаходження на сторінках, що негативно впливає на релевантність сайту. Це незалежний алгоритмічний фактор, який черпається з величезних користувацьких баз даних.

58. Використання інструментів Google Analytics і Google Webmaster: Деякі вважають, що наявність двох цих інструментів на вашому сайті збільшують його індексацію. Це також може безпосередньо впливати на релевантність вашого сайту, так як Google є більше способів аналізувати ваш сайт.

59. Відгуки користувачів / Репутація сайту: Відгуки людей на таких сайтах, як наприклад Yelp.com і RipOffReport.com ймовірно мають значення на релевантність сайту. Google навіть опублікував статтю, в якій розповідалося про намір прислухатися до відгуків користувачів.

Фактори посилань

60. Посилання з старих доменів: Посилання з старих доменів можуть бути більш корисні, ніж з нових.

61. Кількість посилаються на ваш сайт доменів: Даний показник є одним з найбільш важливих факторів релевантності в алгоритмах Google, так, ви можете спостерігати графік від SEOMoz (горизонтальна вісь - позиція в сторінці результатів пошуку):

62. Кількість посилаються на ваш сайт IP адрес C-Class: Даний показник свідчить про більш широкій різновиди сайтів посилаються на вас.

63. Кількість посилаються на ваш сайт web-сторінок: Загальна кількість посилань на вас сторінок, навіть одного сайту - це також фактор релевантності.

64. Наявність «Alt» тегів (для посилань-зображень): Текст в «Alt» тезі є текстом для зображення.

65. Посилання з доменів .edu або .gov: Мет Катс заявив, що даний фактор не впливає на релевантність сайту, проте деякі SEO фахівці все ще думають, що в алгоритмах пошукових систем є окреме місце і для цього показника.

66. PR посилань: PageRank посилаються на ваш сайт сторінок надзвичайно впливає на релевантність.

67. Авторитетність посилаються на ваш сайт доменів: Даний фактор відіграє окрему роль в оцінці «важливості» посилання (так наприклад: природно, що посилання з сайту доменом .edu і PR8 буде більш цінна, ніж зі звичайного сайту з PR3).

68. Посилання від конкурентних сайтів: Посилання від інших сайтів, що знаходяться з вашим в одній категорії щодо пошукового запиту можуть бути цінніше, ніж навіть більш точне попадання ключових слів.

69. Посилання на ваш сайт в соціальних мережах: Кількість людей, які поділилися вашої посиланням в мережі впливає на її цінність.

70. Посилання від «поганих сусідів»: Так звані посилання від «поганих сусідів» можуть нашкодити вашому сайту.

71. Пости від гостей: Посилання від постів гостей - особливо в рідному середовищі автора - можуть бути не такі цінні, як контекстні посилання на тій же сторінці.

72. Посилання на головну сторінку власного сайту: Посилання відправляють на головну

Panda was able to pinpoint crappy content from a mile away a single backlink (unlike Penguin).

And based on a recently leaked [Google Quality Guidelines](#) on-page sends a strong message to Google.

You need to do these 2 things to rock on-page:

77. Надмірна кількість 301 редиректів на сторінку: Посилання напрямні через 301 редирект зменшують частково (або навіть повністю) PR, згідно Webmaster Help Video.

78. Текст зворотного посилання: Як описано цьому описі алгоритму Google: «Текст посилання часто дає більше справжньою інформації про сторінку ніж вона сама про себе». Очевидно, що текст посилання зараз не так важливий як раніше (і ймовірно іноді навіть є знаком спаму), але як і раніше це, хоч і небагато, але збільшує релевантність сайту.

79. Текст внутрішньої посилання: Даний параметр - ще один фактор релевантності сайту, хоча, можливо він оцінюється по-іншому з параметром текст зворотнім посиланням.

80. Наявність атрибута «title» у посилання: Атрибут посилання «title» (текст, який з'являється при наведенні курсору на посилання) також використовується, як слабкий, але все ж фактор релевантності.

сторінку можуть відігравати особливу важливість в оцінці самого сайту - отже - цінності посилання.

73. Посилання з значенням атрибута «Rel=nofollow»: Одна з спірних тем в SEO співтоваристві. Офіційне слово Google: "В цілому, ми не звертаємо на це увагу." Але все-таки є ті, хто думає протилежне, принаймні, в окремих випадках. Наявність певного відсотка «nofollow» посилань також може свідчити про природність їх походження (не шляхом спаму). За останніми даними тег «rel=nofollow» не захищає від

74. Різноманітність типів посилань: Наявність неприродно великого відсотку посилань з одного ресурсу (наприклад: з блогів або форумів), може розпізнатися як спам, але не несе впливу на зміну позицій сайту. Іншими словами, посилання з різних ресурсів - ще один знак «природності» їх походження. «Скрізьні посилання», які знаходяться на кожній сторінці сайту, наприклад в футері враховуються як одне посилання.

75. "Спонсорські посилання": Такі слова як "спонсор", "партнерська посилання" and "спонсорська посилання" може зменшити цінність цієї посилання.

76. Контекстні посилання: Посилання додані всередину тексту контенту є більш корисні, ніж посилання з порожньої сторінки або знаходяться десь в іншому місці сторінки:

81. Посилання з сайтів з національним TLD: Наявність посилань з сайтів з національними доменами (.ua) може допомогти збільшити релевантність в даній країні.

82. Місцезнаходження посилання в контенті: Посилання знаходяться у верхній частині вашого контенту матимуть більше релевантність, ніж ті, що знаходяться в нижній.

83. Місцезнаходження посилання на сторінці: Місцезнаходження посилання на сторінці важливо. В цілому, посилання знаходяться безпосередньо усередині вашого контенту будуть цінніші, ніж ті, що знаходяться в бічній панелі.

84. Релевантність посилань від схожих сайтів: Посилання з сайту, який схожий по темі з вашим, буде більш релевантна, ніж від сайту абсолютно іншої спрямованості.

85. Релевантність посилань від схожих вебсторінок: The Hilltop Algorithm пише, що посилання зі сторінки, яка близько пов'язана за змістом до вашої, буде більш релевантна, ніж від сторінки з іншою темою.

86. Ключове слово в атрибуті «title» посилання: Google віддає окреме перевагу посиланнях з

ключовими словами в їх «title» ("Експерти посилаються на експертів").

87. Велика «швидкість» розповсюдження посилань: Сайти з великою швидкістю поширення посилань, як правило мають перевагу на сторінці результатів пошуку.

88. Посилання з "Hub" сторінок: Aaron Wall стверджує, отримання посилань з топ-ресурсів або «Hub» ресурсів на певну тему дає вам спеціальну перевагу.

89. Посилання з авторитетного сайту: Посилання з так званих "авторитетних сайтів" швидше за все більш ефективна, ніж з маленького або підозрілого.

90. Посилання від Вікіпедії: Хоча такі посилання є «nofollow», багато хто вважає, що посилання від Вікіпедії дають вам трохи довіри поваги в «очах» пошукових машин.

91. «Оточення» зворотного посилання: Слова, які знаходяться поруч зі зворотним посиланням допомагають Google зрозуміти, про що та чи інша сторінка.

92. Вік зворотного посилання: Відповідно до патенту Google, старіші посилання мають більше цінності, ніж нові.

93. Посилання від справжніх сайтів та спам-блогів: Завдяки широкому поширенню блогів, Google віддає більшу перевагу посиланням від "справжніх сайтів", ніж з «фальшивих» блоків. Для розрізнення одних від інших, Google можливо використовує в якості параметрів бренд сайту і показник користувальницького взаємодії.

94. «Природне» походження посилань: Сайти з посиланнями "природного" походження, як правило, мають більш високу релевантність.

95. Взаємні посилання: В схемі побудови посилань Google написано, що бажано уникати надмірної кількості взаємних посилань.

96. Знаходження в каталогах сайтів: Багато хто вірить, Google віддає більшу перевагу, що знаходяться в каталогах сайтів, таких як DMOZ та в каталозі Yahoo.

97. Кількість зовнішніх посилань на сторінці: Показник PageRank обмежений. Це означає що посилання на сторінці з величезною кількістю вихідних посилань може мати менший PR, ніж така ж посилання, на сторінці з їх невеликою кількістю.

98. Посилання з форумів: Через величезну показника спаму на форумах, Google зменшує цінність таких посилань.

99. Розміру контенту сторінки: Посилання зі сторінки з контентом, наприклад: 1000 слів, буде більш цінна, така ж посилання зі сторінки з мізерним вмістом.

100. Якість контенту сторінки: Посилання від сайтів з неякісним, мізерним контентом матимуть значно меншу цінність і навпаки.

101. «Наскрізні» посилання: Matt Cutts підтвердив, що «Наскрізні» посилання, враховуються не окремо, а як за одну. Призначені для користувача і поведінкові чинники.

102. Показник відмов: Не кожен, що працює в сфері SEO погодиться, що показник відмов якість впливає на релевантність, однак це може бути таким способом Google використовувати використовувати як тестерів якості сайту. (Сторінка, з якої користувачі йдуть дуже швидко напевно не торт).

103. Кількість відвідувань: Підтверджено, що Google використовує дані з Google Chrome, щоб визначити - чи відвідують люди сайт чи ні (і як часто). Сайти з великим показником відвідувань, ймовірно, більш якісні, ніж сайти з невеликою кількістю.

104. Повторні відвідування: Google також може використовувати даний показник як фактор релевантності того чи іншого сайту. Сайти, на які користувачі заходять повторно отримують перевагу на сторінці результатів пошуку.

Соціальні фактори

105. Наявність активних акаунтів в відомих соціальних мережах, таких як Twitter, Facebook, Google+, Pinterest, Instagram, Вконтакте. З великою кількістю підписників (фоловерів), твітів, пінів, лайків тощо, з постійним оновленням контенту та простоту відвідувачів.

106. Наявність публікацій в популярних наукових журналах, таких як Scopus, Science і тп. за ці фактори відповідає окремий рейтинг в ПС Google - Google Scholar.

107. Ctr – кількість відвідувачів, котрі перейшли по посиланню на сайт. Останні експерименти показали, що чим більша кількість відвідувачів переходить на сайт. Тим сильніше це підвищує рейтинг сайту в пошуковій видачі.

Висновки

Для підвищення вагомості сайту в пошуковій видачі ПС Google повинні виконувати перераховані перераховані чинники: написання унікального контенту, робота над юзабіліті (зручністю) сайту, мобільна адаптація, активна робота з соціальними мережами, робота над утриманням аудиторії.

Дотримання більшості цих факторів допоможе будь-якому інтернет-ресурсу в підвищенні видачі ПС. Всі вище перераховані фактори використовуються алгоритмами не тільки ПС Google, а і Яндекс, MSN, Bing і тд. Ігнорування даних факторів призведе до втрати чи не найголовнішого джерела трафіку.

Список літератури:

1. Ашманов І., Іванов А. Оптимізація та просування сайтів в пошукових системах. – 2011.
2. SEO-Монстр. Секретне керівництво SEO-оптимізаторів. – 2013.
3. SEO-Гуру. Керівництво оптимізаторів. – 2014.
4. Гроховский Л. Керівництво по внутрішнім чинникам. – 2011.
5. Неєлова Н.В. Sembook: Енциклопедія пошукового просування. – 2014.
6. Блог Devaka.ru

УДК 502.3:711.4(043.2)

Гулевец Дмитро Вадимович
 молодший науковий співробітник,
 Національний авіаційний університет
Кохан Олег Володимирович
 аспірант,
 Національний авіаційний університет
Шаравара Віталій Вікторович
 аспірант,
 Національний авіаційний університет

ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ І МЕТОД ЙОГО ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЕКОБЕЗПЕКИ

Анотація: Проаналізовано ефективність науково-методичних розробок щодо методів оцінки стану урбанізованих територій. Розроблено метод оцінки стану атмосферного повітря, що базується на індексі небезпечності. Проведена оцінка якості атмосферного повітря урбанізованої території з урахуванням хімічних та фізичних чинників, що утворюються в результаті антропогенного навантаження, показано перевищення допустимих рівнів забруднення на території міста Київ.

Ключові слова: оцінка якості, атмосферне повітря, урбанізована територія, шумове забруднення, ГІС-технології, техногенне навантаження.

UDC 502.3:711.4(043.2)

Gulevets D. V.
 junior researcher,
 National aviation university
Kohan O. V.
 postgraduate,
 National aviation university
Sharavara V. V.
 postgraduate,
 National aviation university

ASSESSMENT OF AIR QUALITY AND METHOD OF VISUALIZATION FOR SOLVING PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL SAFETY

Summary: Efficiency of scientifically-methodical developments is analyzed in relation to the methods of estimation the state of the urbanized territories. The method of estimation the state of air is based on the index of unconcern is worked out. Conducted estimation of quality of air the urbanized territory taking into account chemical and physical factors that appear as a result of the anthropogenic loading, exceeding of possible levels of contamination is shown on territory of city Kyiv.

Key words: quality assessment, air, urban areas, noise pollution, GIS-technology, technogenic load.

УДК 502.3:711.4(043.2)

Гулевец Д. В.
 младший научный сотрудник,
 Национальный авиационный университет
Кохан О. В.
 аспирант,
 Национальный авиационный университет
Шаравара В. В.
 аспирант,
 Национальный авиационный университет

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И МЕТОД ЕГО ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОБЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Проанализирована эффективность научно-методических разработок по методам оценки состояния урбанизированных территорий. Разработан метод оценки состояния атмосферного воздуха, основанный на индексе опасности. Проведена оценка качества атмосферного воздуха урбанизированной территории с учетом химических и физических факторов, образующихся в результате антропогенной нагрузки. Показано превышение допустимых уровней загрязнения на территории города.

Ключевые слова: оценка качества, атмосферный воздух, урбанистическая территория, шумовое загрязнение, ГИС-технологии, техногенная нагрузка.

Постановка проблеми. На початку ХХ-го століття людство вступило в нову фазу розвитку урбанізаційних процесів, яка характеризується формуванням континентальних мегаполісів в Європі, Південно-Східній Азії, Північній і Південній Америці та подальшим скороченням територій, зайнятих природним біогеоценотичним покривом, в тому числі в межах урбанізованої території (УТ) [1, с.38].

Більшість розвинутих країн ще в 1960-1970-х роках у законодавчо-правовому порядку ввели в проектну діяльність процедуру оцінки впливів на довкілля – «Environmental Impact Assessment», яка виходить з оцінки актуального екологічного стану території, його прогнозу на розрахунковий період й розроблення альтернативних містобудівних варіантів за критерієм нормалізації умов життєдіяльності населення [2, с. 23].

Розвиток міст у більшості країн об'єктивно супроводжувався посиленням шкідливого впливу на довкілля. Недостатнє розуміння та неврахування важливості стану довкілля для мешканців міста, гармонійного розвитку міста та приміських територій обумовлене, окрім психологічних чинників і мотивів швидкої наживи, інерцією функціонування старої інфраструктури, ослабленням контролюючих механізмів в сфері дотримання вимог державних стандартів, відсутністю екологічної складової в існуючих генеральних планах розвитку міст [3, с. 45].

Йдеться про неврахування в стратегічній перспективі необхідності підтримання екологічної рівноваги та максимально можливої природності довкілля урбанізованих територій. Такі процеси характерні також для України, яка останніми роками вступила в 3-ю стадію урбанізації та характеризується наростанням інтенсивним розвитком промисловості та впливом антропогенного навантаження на природні екосистеми [4, с.128].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема екологічної безпеки урбанізованих територій, а саме розробка спеціальних заходів з підтримки якості міського середовища на необхідному рівні є порівняно новим етапом досліджень.

Відсутність достатньо розвинутої системи об'єктивних показників раціонального використання територіальних ресурсів у містах в умовах неринкової економіки сприяла тому, що просторовий розвиток здійснювався, як правило, за рахунок зростання площі міста з освоєнням переважно нових територій, найчастіше сільськогосподарських земель, які знаходились як у межах, так і поза міською межею [5, с. 97].

У практиці проектування міст використання питомих показників витрат територій найчастіше застосовувалось до окремих планувальних елементів, і перш за все, до сельбищних територій, а не до міста в цілому. В останні роки з метою інтенсифікації використання територій розроблена низка нормативних заходів щодо підвищення щільності її освоєння шляхом зростання поверховості житлової

забудови, але це дає не більше 10% економії природу території, що використовується [6, с. 55].

У результаті накопичення проектного досвіду та розширення теоретичних уявлень про місто, стає все більш очевидним те, що економічний критерій, за допомогою якого можливо було б оцінити якість міського простору, не забезпечує досягнення комплексності результату підвищення соціально-економічної ефективності міста як функціонально-цілісної системи, що розвивається [7, с. 10].

Найважливішим напрямом у досягненні ефективності використання територій функціонально-планувальними засобами, особливо в великих, значних і найзначніших містах стало підвищення загальної компактності міського плану, включаючи оптимізацію загальноміської системи функціонального зонування, інтенсивність функціонального використання територій житлових, виробничих зон, ущільнення комунікаційних коридорів, скорочення частки функціонально невикористаних територій [8, с. 44].

Виділення раніше не вирішених частин загальної проблеми. Таким чином, стаття присвячена вдосконаленню методу інтегральної оцінки якості атмосферного повітря та її візуалізації. Даний метод апробується для умов міста.

Ціллю статті є розвиток методів оцінки якості атмосферного повітря і методів його візуалізації для вирішення завдань екобезпеки.

Виклад основного матеріалу. Для доопрацювання методів оцінки стану урбанізованих територій та оцінки ризику впливу антропогенних чинників на міські екосистеми пропонується використати метод оцінки індексу якості атмосферного повітря (Air Quality Index – AQI, що використовується Агентством з охорони навколишнього середовища США для інформування населення щодо якості повітря), з метою приведення показників фізичного та хімічного забруднення до однієї розмірності.

$$I_{\text{нап}} = \frac{(I_6 - I_n)}{(M_6 - M_n)} \times (K_p - M_n) + I_n, \quad (1)$$

де $I_{\text{нап}}$ – значення індексу небезпеки атмосферного повітря; K_p – кратність перевищення нормативного значення; M_6 – межа перевищення кратності нормативного значення, більша або рівна K_p ; M_n – межа перевищення кратності нормативного значення, менша K_p ; I_6 – значення індексу якості, відповідне M_6 ; I_n – значення індексу якості, відповідне M_n .

На відміну від американського методу, де за межі інтервалу обрані відповідні рівні забруднюючої речовини, пропонується використовувати інтервали кратності перевищення показників забруднення до їх нормативного значення, що включає визначення рівня забруднення та ступеня його небезпеки відповідно. Даний метод використовується для оцінки хімічного забруднення атмосферного повітря.

Для визначення ступеню фізичного (шумового забруднення) пропонується використовувати

рівні звукового забруднення за показником еквівалентного рівня шуму ($LA_{екв}$). За K_p потрібно брати еквівалентний рівень, що отримано при натурних вимірювань, табл. 1.

Якщо на посту спостереження зафіксовано перевищення більше одного забруднювача, тоді якість повітря визначаються за максимальним індексом небезпечності атмосферного повітря.

Таблиця 1 - Межі та кратність рівня забруднення для хімічних і фізичних чинників забруднення

Бал	Стан	Кратність перевищення нормативного значення	Рівні звукового забруднення, $LA_{екв}$, дБА	Рівень забруднення
0-85	Безпечний рівень	< 1	1-50	Допустимий
86-170	Посередній рівень	> 1-2	51-70	Недопустимий
171-255	Небезпечний рівень для чутливої групи населення	> 2-4,4	71-90	Недопустимий
256-425	Небезпечний рівень	> 4,4-8	91-120	Недопустимий
> 425	Дуже небезпечний рівень	> 8	>121	Недопустимий

Безпечний рівень. Якість повітря вважається гарною.

Посередній рівень. Якість повітря є прийнятною. Однак, деякі забруднюючі речовини можуть викликати занепокоєння для здоров'я дуже невеликого числа людей.

Небезпечний рівень для чутливої групи населення. Хоча більшість населення, ймовірно, не будуть уражені, але люди з хворобою легенів, літні люди та діти будуть піддаватися більшому ризику отримання шкідливого впливу, перебуваючи в даній області.

Небезпечний рівень. Кожен може почати відчувати деякі несприятливі наслідки для здоров'я. У людей, що входять до чутливої групи населення можуть виникнути серйозніші наслідки.

Дуже небезпечний рівень. При цьому рівні забруднення у кожної людини можуть виникнути серйозні наслідки для здоров'я.

Для відображення екологічної інформації та інформування населення запропоновано спосіб подання графічного результату небезпечності атмосферного повітря УТ. Він здійснюється за наступним алгоритмом:

1. Обирається УТ, для якої необхідно потрібно побудувати картосхему небезпечності атмосферного повітря.

2. На зазначеній території є n постів спостереження в залежності від чисельності населення міста, на яких проводять натурні заміри концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі з фіксуванням дати, часу відбору проби повітря та метеорологічних характеристик атмосфери в момент відбору зазначеної проби.

3. Карту досліджуваної УТ покривають регулярною сіткою з кроком $m \times m$ м (крок сітки визначається необхідною кінцевою точністю результатів аналізу).

4. На зазначеній карті відзначають розташування n реперних точок, тобто тих, в яких виконані інструментальні натурні заміри якості атмосферного повітря за пріоритетними хімічно-небезпечними речовинами та фізичним забрудненням.

5. Здійснюють збір даних щодо:

- координат X і Y розташування постів спостереження за забрудненням;

- характеристик забруднення атмосфери за хімічними та фізичними параметрами.

6. Проводиться розрахунок індексу небезпечності атмосферного повітря.

7. У n реперних точках (точках натурних вимірів) визначають коефіцієнт відповідності забруднення атмосферного повітря k_i , як максимальне значення індексу небезпечності в точці виміру:

$$k_i = \max I_{nan}, \quad (2)$$

де i – номер посту; I_{nan} – індекс небезпечності атмосферного повітря на i -му пості спостереження.

8. Для інтерполяції коефіцієнту відповідності забруднення атмосферного повітря на підставі даних в точках постів спостереження проводять процедуру триангуляції. Для цього точки натурних замірів об'єднують на карті з регулярною сіткою в трикутники, на базі яких, використовуючи, наприклад, метод триангуляції Делоне [9, с. 10], визначають коефіцієнти відповідності у всіх вузлах регулярної розрахункової сітки.

9. Для кожного трикутника розв'язують рівняння площини з встановленням коефіцієнтів рівняння, що залежать від координат x і y вершин трикутника (точок натурних замірів) і значень коефіцієнтів відповідності забруднення атмосферного повітря в них. Рівняння площини являє собою безперервну лінійну функцію двох змінних, яка може бути записана в наступному вигляді:

$$K(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y, \quad (3)$$

де a_0, a_1, a_2 – довільні постійні коефіцієнти; $K(x, y)$ – коефіцієнт відповідності забруднення атмосферного повітря для точки з координатами x, y . Значення функції в вершинах трикутника, відповідні значенням коефіцієнту відповідності на постах складають цей трикутник, позначають, як k_1, k_2, k_3 . За допомогою координат вершин трикутника

і значень k_1, k_2, k_3 обчислюються невідомі постійні коефіцієнти a_0, a_1, a_2 . Отримується система трьох лінійних алгебраїчних рівнянь щодо невідомих коефіцієнтів a_0, a_1, a_2 :

$$k_i = K(x_i, y_i) = a_0 + a_1 x_i + a_2 y_i, \quad i = \overline{1, 3} \quad (4)$$

де i – номер вершини трикутника.

Розв'язавши систему (4), отримується однозначний вираз функції (3) через її вузлові значення (значення у вузлах сітки) для кожного трикутника. Визначають належність кожної вузлової точки, розташованої всередині зазначеної системи трикутників, до одного з ряду n одержаних трикутників за наступним алгоритмом: а) зазначена точка, розташована всередині зазначеної системи трикутників,

з'єднується відрізками з вершинами кожного з трикутників з утворенням у свою чергу трьох трикутників з площею S_1, S_2, S_3 (Рис. 1). При цьому, якщо площа вихідного трикутника S дорівнює сумі площ утворених трьох трикутників $S = S_1 + S_2 + S_3$, де S_1 – площа трикутника 1, S_2 – площа трикутника 2; S_3 – площа трикутника 3, то вважається, що точка належить даному трикутнику; б) якщо ж $S < (S_1 + S_2 + S_3)$, то дана точка не належить даному трикутнику.

Розраховується значення коефіцієнту відповідності у всіх точках (вузлах регулярної сітки), всередині кожного трикутника за рівнянням (3) з використанням отриманих коефіцієнтів для відповідного трикутника.

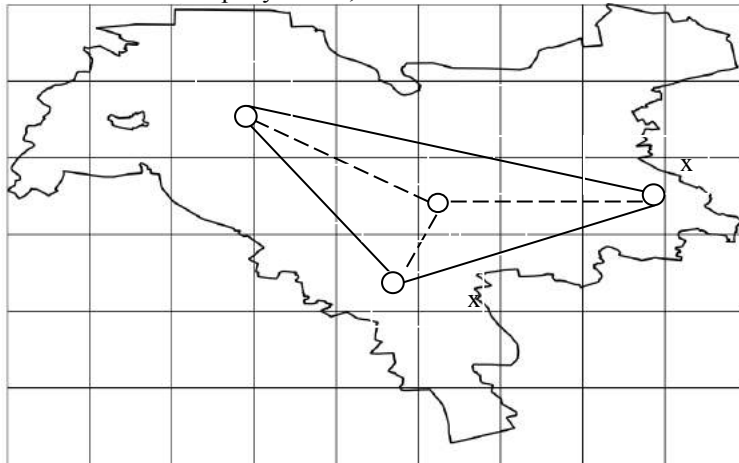


Рис. 1. Карта з регулярною сіткою та системою трикутників

10. Проводять екстраполяцію значень коефіцієнту відповідності для вузлових точок, що лежать поза отриманою системою трикутників. Значення коефіцієнту для цих точок приймають рівними коефіцієнтам в найближчій точці, що лежить на межі системи трикутників, утвореного точками натурних замірів (точками реперів).

11. В результаті цих дій отримують апроксимовані значення коефіцієнту відповідності забруднення атмосферного повітря у вузлах регулярної сітки.

12. Будують карту-схему просторового розподілу індексів забруднення за якими кількісно оцінюють рівень забруднення атмосферного повітря на досліджуваній території.

На основі вищезазначеного методу визначення індексу небезпечності атмосферного повітря проведено дослідження сумісного впливу фізичних і хімічних чинників на стан навколишнього середовища на прикладі міста Києва. Для виконання досліджень щодо хімічного забруднення сформовано інформативну базу за даними Центральної геофізичної обсерваторії. Статистичні вибірки концентрацій забруднюючих речовин характеризуються

високими об'ємами, які охоплюють 2010-2013 рр. і включають повний перелік забруднюючих речовин. Для виконання досліджень щодо фізичного забруднення було проведено натурні акустичні виміри в околицях Міжнародного аеропорту «Київ». За індексом небезпечності атмосферного повітря загальний рівень забруднення загалом по місту протягом 2010-2013 рр. характеризувався як небезпечний рівень для чутливої групи населення. Середньорічні концентрації двох забруднюючих речовин перевищували допустимі межі: формальдегід (речовина другого класу небезпеки) – у 2,3 рази, діоксид азоту (речовина третього класу небезпеки) – у 3,5 рази.

Вміст діоксиду азоту та формальдегіду за середньомісячними та максимальними концентраціями майже на всіх постах перевищував прийнятний рівень якості атмосферного повітря. Найбільші індекси забруднення атмосферного повітря відмічені на Бессарабській площі (ПСЗ №7), проспекті Перемоги (ПСЗ №6), вулиці Олександра Довженка (ПСЗ №2), Оболонському проспекті (ПСЗ №21) та вулиці Академіка Стражеска (ПСЗ №1), що відображено на рис. 2.

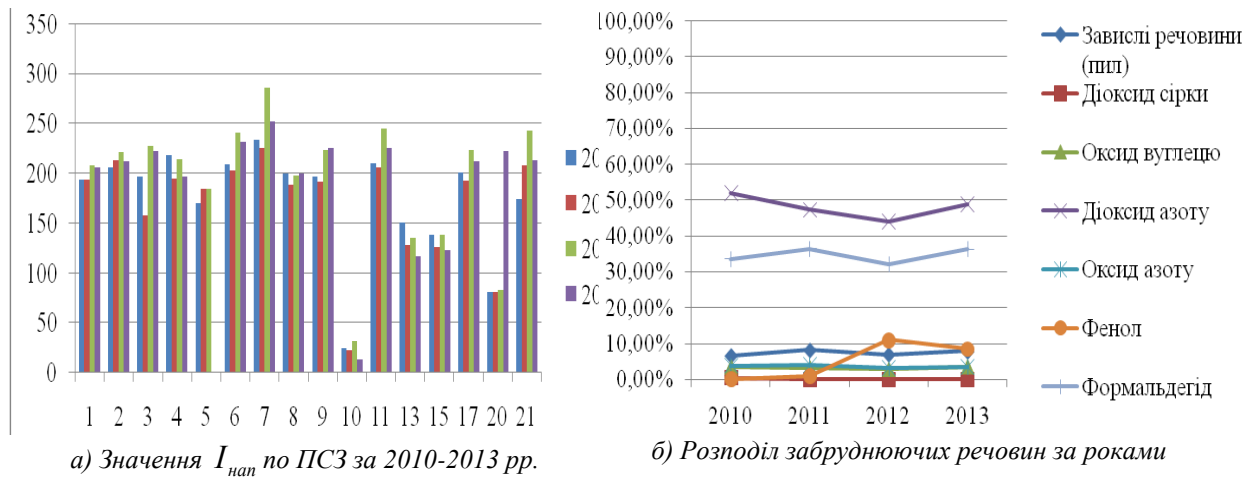


Рис. 2. Графіки оцінки рівнів забруднення атмосферного повітря м. Києва

В табл. 2 наведено координати розміщення електро-акустичних приладів та розраховано індекс небезпечності атмосферного повітря.

Таблиця 2 - Координати та розрахунок індексу небезпечності атмосферного повітря шумового забруднення на околицях МА "Київ"

	Точка виміру 1	Точка виміру 2	Точка виміру 3	Точка виміру 4
Координати розміщення приладу	50°24'20.83"C, 30°29'31.86"В	50°24'7.61"C, 30°28'38.50"В	50°24'3.34"C, 30°25'5.92"В	50°23'58.97"C, 30°24'1.37"В
$L_{A_{екв}}$, дБА	60,54	61,99	60,88	56,10
I_{nap}	96	99	97	88

Для поточного варіанту оцінки (поточної інтенсивності руху повітряних суден) були розраховані площі контурів еквівалентних рівнів звуку для

денного та нічного періоду доби, табл. 3.

Таблиця 3 - Площі контурів нормативних еквівалентних та максимальних рівнів звуку для існуючої інтенсивності руху повітряних суден

$L_{A_{екв}}$, дБА	S , км ²	
	день	ніч
50	Не нормується	20,17
55	Не нормується	9,02
60	5,35	3,68
65	1,94	Не нормується

Головною метою створення системи екологічного моніторингу є організація на базі геоінформаційних технологій міжгалузевої та ієрархічної системи збору, обробки, зберігання та видачі інформації, яка забезпечує постійну діагностику стану навколишнього середовища, а також інформаційну підтримку прийняття рішень, спрямованих на забезпечення еколого-гігієнічного благополуччя.

ГІС-карти складуть основу документів для аналізу можливого впливу на населення різних чинників забруднення навколишнього середовища, тому захворюваність населення слугує «відгуком» середовища на вплив антропогенного тиску [10,

с.36].

Для того, щоб результати математичного моделювання даних еколого-геохімічного моніторингу сприяли прийняттю рішень в сформованій ситуації, результати повинні легко передаватися в ГІС і, навпаки, дані з ГІС повинні розпізнаватися та використовуватися в розрахунках при побудові математичних моделей. При вдалому та коректному суміщенні математичних моделей і ГІС можна досягти максимального ефекту від результатів моделювання і розширити область застосування ГІС [10, с.38]., рис. 3.

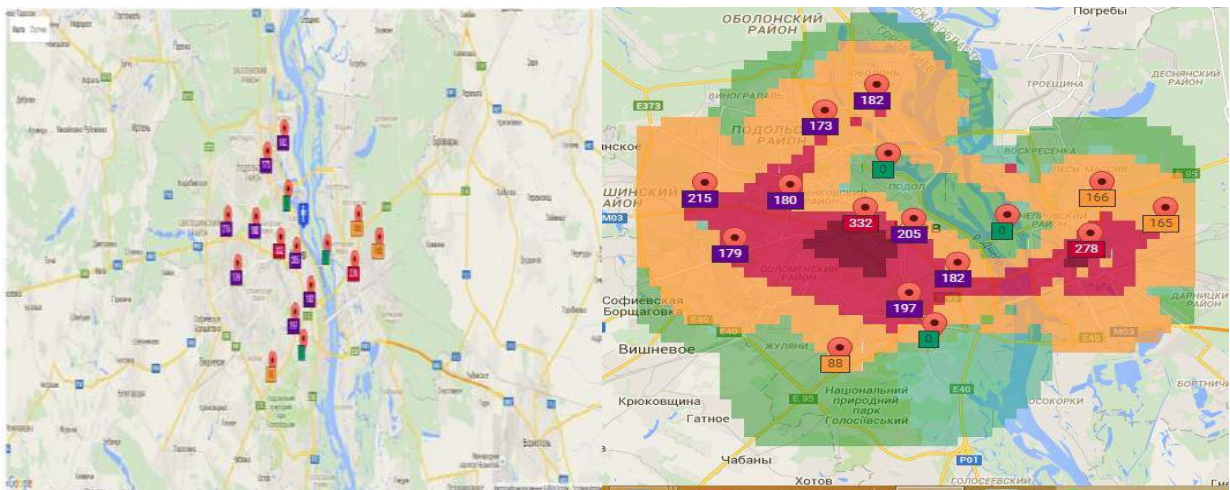


Рис. 3. Графічне представлення карти з веб-порталу із застосуванням ГІС-технологій

Висновки і пропозиції. В статті запропоновано методологію вдосконалення оцінки небезпечності атмосферного повітря, що базується на методі оцінки індексу якості атмосферного повітря (Air Quality Index), що використовує Агентство з охорони навколишнього середовища США.

Візуалізація даного методу дозволяє максимально врахувати джерела забруднення атмосферного повітря при інтер- та екстраполяції даних мережі постів натурного спостереження на всю досліджувану територію та використовувати верифіковані дані для точної характеристики небезпечності атмосферного повітря, визначити зони підвищеного забруднення атмосферного повітря шкідливою дією хімічних і фізичних чинників впливу, виділяти проблеми та пріоритети в питанні небезпечності атмосферного повітря на досліджуваній території. На прикладі міста Києва визначено індекси небезпечності атмосферного повітря для забруднюючих речовин, що фіксуються на постах спостереження забруднення протягом 2010-2013 рр. Встановлено, що у м. Києві сформувався річний хід забруднення атмосферного повітря з максимумом у весняно-літній період, зі значним перевищенням двоокису азоту та формальдегіду, що складає у загальному забрудненні атмосферного повітря 47% та 32% відповідно. Дана методологія оцінки може бути використана для будь-якої урбанізованої території.

Для характеристики структури просторового розподілу індексу небезпечності атмосферного повітря у межах міста створено веб-портал із застосуванням ГІС-технологій. Наявність підготовленої бази даних, адаптованої для використання індексу небезпечності атмосферного повітря, дозволяє розробити аналогічні інформаційні площадки для кожного міста з урахуванням хімічних та фізичних чинників забруднення в межах будь-якого часового інтервалу чи періоду осереднення і сезону року. Результати виконаних досліджень можуть бути використані для вдосконалення та оптимізації системи моніторингу атмосферного повітря у м. Києві, для прогнозування рівня забруднення атмосферного

повітря інших місць з урахуванням хімічних і фізичних чинників, для уникнення випадків із погіршення екологічної ситуації.

Список літератури:

1. Гулевець Д.В. Оцінка екологічного ризику погіршення сучасного стану урбанізованих територій / Я.І. Мовчан, Д.В. Гулевець, О.В. Рибалова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків, 2013. – №3/11(63). – С. 37-41.
2. Кучерявий В.А. Зеленая зона города / В.А. Кучерявий. – Киев: Наукова думка, 1981. – 247 с.
3. Кучерявий В.А. Природная среда города / В.А. Кучерявий. – Львов: Вища школа, 1984. – 143 с.
4. Фролов О.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений / О.К. Фролов. – Спб.: Наука, 1998. – 328 с.
5. Голубець М.А. Екосистемологія. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
6. Мовчан Я.І. Застосування принципів екосистемного підходу щодо формування екомережі (аспект впливу об'єктів лінійних інфраструктур) / Я.І. Мовчан, Д.В. Гулевець, О.В. Кохан, В.М. Гавриленко // Міжнар. наук.-техн. конф. «Актуальні проблеми енергетики і екології», 9-11 жовтня 2013 р.: зб. наук. пр. – Одеса, 2013. – С 96-104.
7. Збереження біорізноманіття України (друга національна доповідь) / Ред. Я.І. Мовчан та Ю.Р. Шеляг-Сосонко. - К.: Хімджест, 2003. – 110 с.
8. Коржнев М.М. Концептуальні підходи до удосконалення системи екологічної безпеки в Україні: [монографія] / М.М. Коржнев, В.С. Міщенко, Я.І. Мовчан, І.Б. Іваненко, Р.В. Литвин, В.І. Придатко, В.С. Федак, Є.В. Хлобистов, Є.О. Яковлев. – К.: РВПС України, 2000. – 52 с.
9. Шаравара В.В. Оцінка варіабельності як індикатор мінливості просторового поширення забруднюючих речовин / В.В. Шаравара, Д.В. Гулевець // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та

аспірантів «Галузеві проблеми екологічної безпеки». м. Харків, 22 жовтня 2015 р. – Х.: ХНАДУ, 2015. – С.43-46.

9. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.

10. Шаравара В.В. Оцінка рівня екологічної безпеки військових об'єктів: процедура, інструментарій, критерії / В.В. Шаравара, Д.В. Гулевець, Я.І. Мовчан // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. – К., 2015. – №4(20). – С.32-40.

УДК 519.876.5:66.074.1-93:502.17

Гурець Лариса Леонідівна
кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної екології,
Сумський державний університет
Гурець Лариса Леонидовна
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии,
Сумский государственный университет
Gurets L.L.,
PhD, associate professor of the Department of Applied Ecology,
Sumy State University

**ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИБОРУ ГАЗОЧИСТНОГО
ОБЛАДНАННЯ
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫБОРА
ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
THE APPLICATION OF SYSTEMS ANALYSIS FOR SELECTION OF GAS CLEANING
EQUIPMENT**

Анотація: З урахуванням принципів системного підходу розроблена математична модель управління екологічною безпекою при очищенні газових викидів промислових підприємств. В якості параметра оптимізації прийнято інтенсивність процесу, що дозволило виявити фактори, які впливають на вибір газоочистного обладнання. Аналіз гідродинамічних характеристик апаратів, конструктивних особливостей, кінетичних параметрів процесу та фізико-хімічні властивості газу та рідини дозволив вибрати для комплексного очищення газових викидів промислових підприємств апарати з регулярною рухомою насадкою та апарати з провальними тарілками великих отворів.

Ключові слова: екологічна безпека, системний аналіз, газоочистне обладнання.

Аннотация: С учетом принципов системного подхода разработана математическая модель управления экологической безопасностью при очистке газовых выбросов промышленных предприятий. В качестве параметра оптимизации принята интенсивность процесса, что позволило выявить факторы, которые влияют на выбор газоочистного оборудования. Анализ гидродинамических характеристик аппаратов, конструктивных особенностей, кинетических параметров процесса и физико-химических свойств газа и жидкости позволил выбрать для комплексной очистки газовых выбросов промышленных предприятий аппараты с регулярной подвижной насадкой и аппараты с провальными тарелками больших отверстий.

Ключевые слова: экологическая безопасность, системный анализ, газоочистное оборудование.

Abstract: Taking into account the principles of the system approach developed a mathematical model of management of ecological safety during cleaning gas emissions from industrial enterprises. As the optimization parameter adopted the intensity of the process, which allowed us to detect parameters that affect the selection of gas cleaning equipment. Analysis of the hydrodynamic characteristics, design features, the kinetic process parameters and physico-chemical properties of gas and liquid allowed choosing for comprehensive cleaning gas emissions from industrial devices with regular movable nozzle and device with large-hole sieve trays.

Keywords: ecological safety, systems analysis, gas-cleaning equipment.

Постановка проблеми. Атмосферне повітря є життєво важливим компонентом навколишнього середовища, від якості якого у вирішальній мірі залежить здоров'я населення, в першу чергу міст та селищ, де зосереджено до 70% населення та основна частина промислових підприємств країни. За даними Державної служби статистики, в 2013 році викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних та пересувних джерел склали 6719,8 тис. т. При цьому від стаціонарних джерел забруднення в атмосферу надійшло 4295,1 тис. т забруднюючих речовин, що складає 63,9% від загального обсягу забруднюючих речовин. Загальний рівень забруднення атмосферного повітря в Україні

(за ІЗА) становив у 2013 році 7,7 і оцінювався як високий [1]. Основними причинами, що зумовлюють незадовільний стан якості атмосферного повітря в населених пунктах, є недотримання підприємствами режиму експлуатації пилогазоочистного обладнання, нездійснення заходів із зниження обсягу викидів забруднюючих речовин до встановлених нормативів, низькі темпи впровадження новітніх технологій [2]. Великі об'єми відхідних газів, багатоконпонентність забруднювачів, наявність у відхідних газах наряду з хімічними забруднювачами твердих частинок призводять до складності експлуатації газоочистного обладнання, його нестабільної

роботи, та необхідності застосування багаступневих систем очищення, що в цілому призводить до низької ефективності очищення відхідних газів, великих капітальних та експлуатаційних витрат. Тому дослідження, спрямовані на ґрунтовне вивчення питань, пов'язаних з вибором та проектуванням високоефективного газоочисного обладнання, є актуальними і дають можливість зменшити рівень екологічної небезпеки від забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом набув розвитку комплексний підхід до управління екологічною безпекою, який базується на всебічному вивченні умов формування небезпеки і домінуванні технічних методів регулювання її станів. Так, Шмандій В.М. [3] зазначає, що оптимальне і ефективне управління можливе тільки на основі моніторингу екологічної небезпеки, об'єктивно присутньої в будь-якому регіоні, і застосування відповідних заходів щодо зменшення до мінімуму негативного впливу джерел небезпеки. Системний підхід до управління екобезпекою дає можливість раціонального формулювання та рішення складних проблем, які можна структурувати з виділенням окремих задач як самостійних частин єдиної системи [4-8].

Виділення раніше невирішених частин загальної проблеми. В роботах, присвячених розробці технічних методів управління екологічною безпекою недостатньо уваги приділено оптимізації конкретних природоохоронних процесів з метою зменшення техногенного навантаження на довкілля. Існуючі масообмінні і пиловловлюючі газоочисні апарати відрізняються великою різноманітністю конструкцій і принципом роботи та разом з тим не відповідають сучасним еколого-економічним вимогам, так як розроблялися в 60 - 70 роки минулого століття. Аналіз апаратного оформлення технологічних схем очистки газів показує, що при їх компонуванні були відсутні науково-обґрунтовані критерії вибору. Так, для уловлювання одних і тих же компонентів використовуються різні конструкції масообмінних апаратів. Незважаючи на різноманіття конструктивних удосконалень газоочисного обладнання, не завжди забезпечується необхідна ефективність очищення, відомі напрямки не дозволяють створити цілісну методологію розробки та вибору нових конструкцій устаткування, що закінчувалася б впровадженням їх у промисловість, а дозволяють лише прогнозувати рішення на стадії проектування. Це пов'язано з тим, що при розробці та удосконаленні газоочисного обладнання переважали технічні рішення, а не науково-системний аналіз.

Ціль статті. На основі системного аналізу розробити принципи оптимізації процесів газоочиснення з метою підвищення рівня екологічної безпеки.

Виклад основного матеріалу.

Екологічну безпеку в цілому можна розглядати як велику систему, яка включає сукупність елементів, структур, підсистем, функціонування

яких спрямовано на досягнення єдиної цілі - поліпшення стану навколишнього середовища [9, 10].

Математично велика система S може бути представлена у вигляді ряду – багатомірної складової структури [11]

$$S = \sum_{k=1}^n S_k, \quad (1)$$

де S_k – підсистеми великої системи; n – розмірність або число підсистем великої системи.

Кожну підсистему S_k великої системи S в свою чергу можна представити у вигляді багатомірної складової структури, яка складається з m лінійно незалежних компонент – узагальненого ряду Фур'є

$$S_k = \sum_{i=1}^m c_{ki} \eta_i, \quad k = \overline{1, n}, \quad (2)$$

де c_{ki} – коефіцієнти розкладення; η_i – ортонормовані базисні компоненти;

m – розмірність узагальненого ряду Фур'є.

Таким чином, з урахуванням (2) вираз (1) запишемо у вигляді

$$S = \sum_{k=1}^n S_k = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ki} \eta_i. \quad (3)$$

Всі підсистеми і компоненти великої системи об'єднані в єдину цілісність для досягнення єдиної цілі.

З метою управління екологічною безпекою розглянемо систему: екологічна безпека – забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами. Компоненти цієї системи можна класифікувати наступним чином – природно-кліматичні: рельєф місцевості, кліматичні фактори, які впливають на розсіювання забруднюючих речовин; містобудівні: віддаленість підприємства від районів житлової забудови, щільність забудови, стан СЗЗ; підприємство: служби управління екологічною безпекою (контроль за викидами), технологічний процес, об'єм та характеристика забруднюючих речовин, системи газоочищення, газоочисне обладнання.

Функціонування будь-якої системи характеризується за допомогою певних процесів. Будемо вважати, що між системою факторів, які впливають на стан екологічної безпеки S та природоохоронним процесом (в нашому випадку процесом газоочищення) $S(t)$ на інтервалі спостереження t встановлена відповідність, при цьому

$$S(t) = \sum_{k=1}^n S_k(t), \quad (4)$$

де - процес в підсистемі S_k .

По аналогії з виразом (2) кожен процес $S_k(t)$ може бути представлений у вигляді

$$S_k(t) = \sum_{i=1}^m c_{ki} \eta_i(t), \quad k = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Таким чином, природоохоронний процес можна представити наступним видом

$$S(t) = \sum_{k=1}^n S_k(t) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ki} \eta_{ki}(t). \quad (6)$$

Ефективна система факторів S в результаті повинна забезпечити відповідний рівень екологічної безпеки. Одним із шляхів досягнення цього результату є вибір ефективних в порівнянні з існуючими природоохоронних технологій, які забезпечують нормативні рівні впливу на довкілля.

Рішення задачі підвищення рівня екологічної безпеки шляхом оптимізації процесів газоочищення пов'язане з правильним вибором і розробкою високоєфективного газоочисного обладнання, здатного здійснювати комплексну очистку газів. Таким чином, в даному випадку процес інтенсифікації слід розглядати як рішення оптимізаційної задачі, приймаючи в якості параметра оптимізації інтенсивність.

Під інтенсивністю будь-якого апарата мають на увазі відношення однієї з його цільових характеристик (в нашому випадку, маси вловленої шкідливої речовини) до маси або об'єму апарата.

Якщо використовувати основне кінетичне рівняння гетерогенного процесу масоперенесення в системі газ – рідина, то, наприклад, для абсорберів

$$i = \frac{M}{V} = K_M F \frac{\Delta C}{V}, \quad (7)$$

де M – маса речовини, вловленої за одиницю часу; V – об'єм апарата; F – площа поверхні контакту фаз; K_M – коефіцієнт масопередачі; ΔC – рушійна сила процесу (різниця концентрацій забруднюючої речовини).

Аналіз складових рівняння (7) показує, що на інтенсивність процесу очищення відхідних газів впливають конструктивні, гідродинамічні характеристики апарату, кінетичні параметри процесу та фізико-хімічні властивості газу та рідини.

Створення розвинутої поверхні контакту фаз та інтенсивного гідродинамічного режим руху фаз можливе за рахунок конструктивних удосконалень газоочисного обладнання. Незважаючи на велику кількість конструкцій газоочисних апаратів (насадкових, тарілчастих, відцентрових, швидкісних, ударно-інерційних і т.д.), на промислових підприємствах не досягається ефективність очищення, яка б задовольняла вимоги екологічної безпеки. Дослідження та вибір високоєфективних газоочисних

апаратів базується на системному аналізі сучасних конструкцій апаратів з точки зору витрат енергії на проведення процесів, ефективності їх роботи, матеріалоемності, технологічності. Виділяються загальні позитивні ознаки, властиві групам апаратів і вибираються конструкції, де ці ознаки найбільш сконцентровані. Проведемо аналіз конструкцій газоочисних апаратів з метою вибору високоінтенсивного обладнання, здатного працювати в розвинутому турбулентному режимі та створювати розвинену поверхню контакту фаз.

Апарати для проведення процесів газоочищення в системі газ-рідина за способом впливу на потоки можна умовно розділити на дві великі групи: апарати, що використовують механічну енергію та апарати, що використовують енергію потоків газу та рідини.

Узагальнення даних щодо апаратів, які використовують механічну енергію, показують, що рухомі робочі органи сприяють значній інтенсифікації процесів масообміну за рахунок створення розвинутої міжфазної поверхні, причому наявність твердих домішок в газовій і рідкій фазах не знижує ефективності процесів газоочищення. Гідравлічний опір в цих апаратах невеликий. Однак, апарати цієї групи складні у виготовленні, монтажі та обслуговуванні, мають значні втрати електроенергії при передачі руху робочим органам, тобто низький коефіцієнт корисної дії. Безсумнівною позитивною ознакою апаратів цієї групи є механічний вплив обертовим або рухомих робочим органом на структуру потоків. Ця ознака може бути покладена в основу методології вибору апаратів. При цьому негативні наслідки організації руху (зовнішній привід, сальникові ущільнення і т.п.) повинні бути виключені.

Найбільшу кількість позитивних ознак мають апарати, що використовують енергію потоків газу та рідини. В апаратах ударно - інерційної дії позитивною ознакою є ударний вплив газового потоку об поверхню рідини, відсутність пристроїв для перемішування рідини і простота конструкції. Це дозволяє ефективно використовувати їх в процесах газоочищення. В апаратах вихрової дії позитивною ознакою є створення режиму розвинутої турбулентності, що приводить до інтенсифікації процесів газоочищення за рахунок створення розвинутої поверхні контакту фаз та виникнення відцентрової сили. Позитивною ознакою апаратів швидкісної дії є створення високих відносних швидкостей між твердими, рідкими частинками і газовим потоком, що призводить до зменшення діаметра крапель і виникнення розвинутої міжфазної поверхні [12, 13].

Аналіз позитивних ознак газоочисних апаратів дозволив виділити конструкції, в яких використовуються позитивні ознаки різних типів апаратів – це апарати з регулярною рухомою насадкою та апарати з провальними тарілками великих отворів .

Вибір абсорбенту буде впливати на кінетику процесу газоочищення, і також є одним із факторів оптимізації процесу, як слідує з залежності (7). Традиційними вимогами до абсорбентів при викорис-

танні в промислових масштабах є: висока поглинальна здатність (абсорбційна ємність); висока селективність по відношенню до компонента, який поглинається; невисока летючість; невелика в'язкість; здатність до регенерації; доступність і невисока вартість; абсорбенти повинні бути термохімічно стійкими; не проявляти корозійну активність. Головним фактором, який визначає вибір абсорбенту є здатність поглинати забруднювач з газової фази. Однак, універсальної рідини, яка задовольняла б всім наведеним вимогам не існує. В кожному окремому випадку підбирають абсорбент, який найбільш повно задовольняє ряд вимог.

Ще одним важливим аспектом екологічної безпеки при абсорбції газів є зменшення кількості

рідких стоків. Правильний вибір абсорбенту в ряді випадків дає можливість повернути в процес відпрацьований абсорбент, реалізувати замкнений цикл водоспоживання, отримати концентровані розчини і т.д. Потрібно також враховувати можливості та технологічні умови підприємства: наприклад, наявність води для фізичної абсорбції або лужних (кислих) стоків, які можуть використовуватись в якості хемосорбентів.

Схему вибору абсорбенту з метою забезпечення екологічної безпеки можна представити наступним чином (рис. 1).



Рисунок 1 – Фактори, які впливають на вибір абсорбенту

Висновки і пропозиції. Розгляд екологічної безпеки як великої системи взаємопов'язаних елементів дозволив визначити місце природоохоронного процесу в забезпеченні заданого рівня екологічної безпеки. На основі системного аналізу встановлені шляхи оптимізації процесу газоочищення, основними з яких є конструктивні удосконалення апаратів з метою створення інтенсивних гідродинамічних режимів і розвинутої поверхні контакту фаз та вибір абсорбенту.

Список літератури

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2013 році. Режим доступу

<http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2013.pdf>

2. Стратегія державної екологічної політики України на період до 2020 року.

Режим

доступу

<http://www.menr.gov.ua/about/strategy>

3. Шмандий В.М. Стратегія управління екологічної безпекою: общіе теоретическіе положенія и региональный аспект // Вісник КДПУ.– Кременчук: КДПУ.– 2003.– Вип. 2 (19).– С.160-163.

4. Палагін О.В., Калинчук-Порханова А.О., Томашков В.М. Про системний підхід щодо реалізації концепції сталого розвитку України // Проблеми сталого розвитку.– К.: НАН України.– 1998.– С.151-153.

5. Дорогунцов С.И., Ральчук А.Н. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения. – К.: Наукова думка, 2002. – 200 с.

6. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. – К.: НІСД, 2001. – 312с.

7. Примак А.В., Кафаров В.В., Качиашвили К.И. Системный анализ контроля и управления качеством воды и воздуха. – К.: Наук. думка, 1991. – 360 с.

8. Пэнгл Р. Методы системного анализа окружающей среды. – М.: Мир, 1979. – 214 с.

9. Ризниченко Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии: монография / Г.Ю. Ризниченко. – Ижевск; М.: Ин-т компьютер. исслед., 2003. – 183 с.

10. Александров В.В. Развивающиеся системы. В науке, технике, обществе и культуре: СПб. ч. 1. Теория систем и системное моделирование. – Изд-во СПбГТУ, 2000. – 243 с.

11. Суворов Н.П. Формирование оптимальных систем энергопреобразования на основе использования принципов гармонии и целостности/ Н.П. Суворов, И.Г. Суворова, О.В. Кравченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011.- № 3/10(41). – С. 44-46

12. Пляцук Л.Д. Методология исследования и выбора пылегазоочистного оборудования/ Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурец // Региональная архитектура и строительство. – 2014. - №1(18). - С. 144-148.

13. Гурец Л.Л. Принципы выбора газоочистного оборудования/ Л.Л. Гурец, Д.С. Романенко // Сборник докладов Международной молодежной научной конференции «Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов»: Белгород, 12-14 ноября 2013 г.- ч.1., С. 106-109

Исаев М. М.,

к.т.н., зав. лаборатория,

Институт систем управления при национальной академии наук Азербайджана

Баку, Азербайджан,

Назаров Р. Б.,

аспирант,

Бадалова Н. Х.,

диссертант,

Мамедова М. Б.

диссертант,

ИИС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТОПЛИВА В РЕЗЕРВУАРАХ

Рассматриваются решения задач разработка автоматизированной высокоточной калибровочной системы и их информационное обеспечение для нефтяной емкости с любых геометрических форм и размеров. Для этой цели в калибровочную емкость последовательно выливается масса эталонной жидкости и одновременно измеряется разница гидростатического давления столбов жидкостей, установленных в обеих емкостях с одного и того же дифференциального измерителя давления.

Для обеспечения высокоточного измерения при реализации с оптимальных выборов гибридных тестов на базе структурно-алгоритмических и тестовых методов, разработан программно-технический комплекс.

Ключевые слова: *емкость, жидкое топливо, гидростатическое давление, дифференциальное измерение, калибровочная таблица.*

We consider the development of high-precision tasks automated calibration system and information provision for the oil tank with any geometrical shapes and sizes. For this purpose, a calibration weight capacity consistently translates the reference liquid and simultaneously measured the difference in hydrostatic pressure of the liquid column, installed in both tanks with the same differential pressure gauge.

To ensure high-precision measurements in the implementation of the optimal choice of the hybrid test based on algorithmic and structural test methods developed software and hardware.

Keywords: *container, fuel, hydrostatic pressure differential measurement, calibration table.*

Введение. Определение количества продукта в нефтяных резервуарах производится многочисленными измерительными методами и способами. В этой направлении была проделана большая работа со стороны ведущих организаций, функционирующих в странах СНГ и развитых государствах мира, а также учеными и специалистами, работающими в таких организациях.

В Азербайджане также были проведены научно-исследовательские работы в этой сфере, начиная с 1960 году и получены достаточно плодотворные результаты в НПО "Нефтьгазавтомат" (г.

Сумгаит), были проектированы разные виды информационно-измерительных систем и комплексов таких как "Радиус", "Квант", "Вертикаль", "Учет", "Резервуар" и др., которые были допущены к серийному производству, после утверждения со стороны Государственного Комитета по Стандартизации бывшего СССР, и успешно применены в свыше 50 объектов в СНГ. Начиная с 1995 года научно-исследовательские работы в этом направлении ведутся с применением современных технологий в Институте Кибернетики Национальной Академии Наук Азербайджана (в нынешнем Институт Системы Управления).

Данная работа посвящена исследованию и уменьшения погрешности измерения при измерении с коммерческой точностью количества нефти и нефтепродуктов в нефтяных резервуарах. Так, в настоящее время во всех существующих измерительных системах используются таблицы индивидуальной калибровки (ТИК) резервуаров. Составление ИТК основным выполняется геометрическим методом, с измерением размеров объема резервуара и физических параметров жидкости, хранящейся в резервуаре в лабораторных условиях [1-8]. Этот метод является достаточно трудоемким и комплексным, и точность у него очень низкая, так как выполняется вручную. Для устранения этих недостатков в статье рассматриваются вопросы по разработке и исследованию новых методов и способов измерения. В точнее, разработано полностью автоматизированная система калибровки с высокой информационной (ИО) и метрологической обеспечения (МО), предоставлением обработки информации, проектирование системы, исследование и применение широкого спектра вопросов изучены в процессе работы. Путем исследования выяснены ответы на вопросы, изложенные в этом отношении, глубоко изучены известных методы и приборы, их характеристики и проблемы, а в результате разработано и проверено более эффективные методы и средств. Были введены новые подходы к решению проблем.

При создании информационно-измерительных систем (ИИС) необходимо также учитывать вопросы унификации аппаратуры и их класс точности при эксплуатации для коммерческого учета количества продукта в больших резервуарах и емкостях, на нефтебазах и в терминалах.

Для обеспечения непрерывной подачи нефти в магистральные трубопроводы (МТП) создаются на определенных территориях терминалы с резервуарами большой емкости – нефтяные базы (НБ) или нефтяные парки (НП). Экспортируемая нефть вначале собирается в эти резервуары, и проводится процедура товарной регистрации. В это время нефтяные терминалы обеспечивают регулярно загрузку жидкого топлива в МТП, стадии технологической подготовки, сбор нефти по отдельным видам, транспорт, смешивание нефти, достижение определенного качества продукта. Высокая точность измерения объема или масса продукта зависит основным от метрологических характеристики (МХ) и надежности первичных измерителей. Высокая точность измерений является основой коммерческих операций. В связи с этим проведение с высокой точностью коммерческого учета количества нефти и нефтепродуктов в резервуарах разных геометрических форм и размеров.

Целью работы. Целью работы является разработка программного-аппаратных средств автоматизированного контроля и измерения параметров топлива в нефтяных резервуарах сложных геометрических форм и размеров, измерения количества жидкого топлива, хранящегося в них с коммерческой точностью, разработать новые метод и систем,

на основании которых будет функционировать автоматизированная система калибровки (АСК) и алгоритм [5].

Решению некоторых из этих важных вопросов, посвящена настоящая работа. Для достижения цели были проведены сравнительный анализ известных способы измерения и системы количественного учета нефти и нефтепродуктов в объекте хранения.

Результаты исследований получили практическое воплощение:

1. Разработана ИИС, обладающая высокой точностью измерений и новой структурой для калибровки резервуары с разных геометрических форм и размеров;

2. Была протестирована универсальная автоматическая система калибровки нефтяных резервуаров и ее алгоритм;

3. Тестируемые калибровочные системы датчиков давления и алгоритм были разработаны и протестированы;

4. Выдвинуто предложение для обновления существующего ГОСТа (направлены официальные письма в Госстандарт Российской Федерации и Республики Беларусь, к работе проявлен серьезный интерес).

Рассмотрено решение задач разработки автоматизированной высокоточной калибровочной системы и ее информационного обеспечения для нефтяных резервуаров любой геометрической формы и размера. Разработан программно-технический комплекс для высокоточных измерений с реализацией оптимального выбора гибридных тестов на базе структурно-алгоритмических и тестовых методов.

При определении массы жидкости в резервуаре используется таблица индивидуальной калибровки (ТИК). Из ТИК определяется средняя площадь поперечного сечения резервуара для каждого процесса измерений. В настоящее время ТИК составляются с погрешностью $\pm 0,2\%$ [1 - 5, 7, 8], что дает около половины ($\pm 0,5\%$) общей погрешности при определении массы жидкостей. Такой результат связан с неточностью ручных методов определения ТИК, длительностью (в течении нескольких месяцев) периода калибровки (влияние окружающей среды приводит к значительным изменениям значений параметров объекта) и необходимостью лабораторных анализов физических параметров продукта (плотность, вязкость, температура). Все это приводит к нарушениям в коммерческом учёте жидкостной массы, оставшейся в резервуаре, и в итоге значительное количество жидкого топлива (ЖТ) в НР остается неучтенным. Это означает серьезный экономический ущерб для предприятия.

Коммерческий учет ЖТ зависит от высокой точности измерений при калибровке каждого НР и составления ТИК. Для достижения высокой точности измерений в процессе калибровки резервуара необходимо дополнительно учитывать деформацию его стенок (постепенное изменение в поперечном сечении) за счет гидростатического давления столбом ЖТ, значения которого также необходимо

определять.

В известном процессе калибровки объем жидкости, вводящийся в резервуар, измеряется механическим счетчиком, высота столба жидкости – с помощью линейки (рулетки), температура в резервуаре – термометрами, установленными по диагонали в трех точках. Среднюю плотность жидкости в резервуаре измеряют в лабораторных условиях на основе образцов, взятых в этих трёх точках. Составление ТИК ведут на основе следующих параметров – объема столба ЖТ, средней площади поперечного сечения и действия гидростатического давления при деформации боковых стенок резервуара. Основные ошибки измерения появляются при определении параметров счетчика, линейки, термометра, плотности, гидростатического давления, деформации, и т.д. Кроме них учитывают: высоту каждого столба жидкости в соответствии со средними областями поперечного сечения (на основании верхней и нижней зоны); размеры внешней и внутренней поверхностей резервуаров; толщину стенки; физико-химические свойства подготовленного материала. А на их основе определяются поправочные коэффициенты входящие в ТИК. Полученная в результате для каждого резервуара ТИК является достаточно сложной, и, как отмечалось выше, точность таких ТИК в соответствии с существующим стандартом составляет $\pm 0,2\%$.

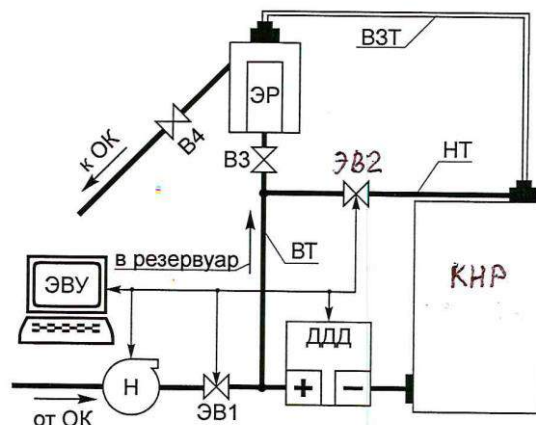
Коммерческий учет ЖТ в НР осуществляют в основном за счет высокоточного измерения гидростатического давления ЖТ. Калибровка резервуаров, посредством такого процесса, представляет известную проблему.

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы калибровки и таблицы высокоточного измерения гидростатического давления столба жидкости в НР стандартной вместимости со сложной конфигурацией и геометриче-

скими размерами, с помощью единого дифференциального измерителя (датчика) давления.

Решение задачи. Решение задачи высокоточного измерения гидростатического давления столба жидкости в резервуаре может быть получено с помощью дифференциального датчика давления [4, 5]. Датчики дифференциального давления (ДД) производятся по современным технологиям и оснащены стандартным электрическим выходом. Процедуры измерения и управления в них полностью автоматизированы. Совместимость схемотехнического и программного обеспечения со всеми техническими средствами позволяет создать новую структуру калибровочной системы, где сложные процессы измерения и управления значительно упрощаются. Это обеспечивает довольно высокую точность измерений и эффективное управление.

Структурная схема системы автоматической калибровки нефтяных резервуаров представлена на рисунке. Выбираем эталонный резервуар стандартной вместимости, соответствующий калибровочному нефтяному резервуару (КНР). Наполняем ЭР жидким топливом с помощью насоса *H* из общего коллектора *ОК* через электронный ventиль *ЭВ1*. В калибровочный резервуар жидкое топливо поступает по наклонной трубе *НТ* через электронный ventиль *ЭВ2*. Для измерения гидростатического давления ЖТ, находящегося в эталонном резервуаре, вертикальная труба *ВТ* соединена с «+» камеры ДДД. Резервуары образуют замкнутую систему, где в поверхностном слое жидкости (свободной поверхности) накапливается газозвушная смесь с определенным давлением, что существенно влияет на результаты измерений. Для учета данного эффекта, свободные поверхности обеих вместимостей соединяем друг с другом воздушной трубой *ВЗТ*. Ventиль *В3* используется для подключения ЭР к системе, а ventиль *В4* – для истечения избытка ЖТ в общий коллектор после заполнения.



Структурная схема системы автоматической калибровки:

В3, В4 – ventили; *ВЗТ* – воздушная труба; *ВТ* – вертикальная труба; *ДДД* – дифференциальный датчик давления; *КНР* – калибровочный нефтяной резервуар; *H* – насос; *НТ* – наклонная труба; *ОК* – общий коллектор; *ЭВ1* и *ЭВ2* – электронные ventили; *ЭВУ* – электронно-вычислительное устройство; *ЭР* – эталонный резервуар

Алгоритм калибровки. До включения насоса при закрытом электронном ventиле *ЭВ1* и

открытом электронном ventиле *ЭВ2*, измеряем вы-

ходной сигнал ДД и определяем начальную разность давлений $\Delta p_0 = 0$. Это значение соответствует пустому состоянию двух вместимостей ЭР и КНР и, в случае отличных от нуля значений учитывается в результатах следующих измерений тактов как корректирующий коэффициент.

I операция. Электронный вентиль ЭВ1 открывается, а электронный вентиль ЭВ2 закрывается, включается насос и ЭР начинает заполняться. Насос отключается, когда заполнение завершается и ЭВ1 закрывается. Установленное суммарное давление $p_{1ЭР} + p_{ВТ} + p_{ЭР}^B$ передают на «+» камеры ДДД, а давление $p_{КНР}^B$ воздуха, установленное в калибровочном резервуаре, на «-» этой камеры. Таким образом, измеряется разность давлений Δp_1 :

$$\Delta p_1 = p_{1ЭР} + p_{ВТ} + p_{ЭР}^B - p_{КНР}^B \quad (1)$$

где $p_{1ЭР}, p_{ВТ}, p_{ЭР}^B, p_{КНР}^B$ – давление в эталонном резервуаре, вертикальной трубе ВТ, на поверхности жидкости в ЭР и внутри КНР соответственно. Воздушное пространство обеих вместимостей связано воздушной трубой ВЗТ. Давление будет уравновешено $p_{ЭР}^B = p_{КНР}^B$, а формула (1) примет следующий вид:

$$\Delta p_1 = p_{1ЭР} + p_{ВТ} = m_1 g / S_{ЭР} + p_{ВТ}, \quad (2)$$

где m_1 – масса ЖТ в ЭР на первом такте; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; $S_{ЭР}$ –

$$\Delta p_2 = p_{2ЭР} + p_{ВТ} - p_{1ГД} = m_2 g / S_{ЭР} + p_{ВТ} - m_1 g / S_1, \quad (3)$$

где m_2 – масса ЖТ в ЭР на втором такте; $p_{2ЭР}$ – давление в эталонном резервуаре на втором такте.

Массу m_2 находим из формулы (3):

$$m_2 = S_{ЭР} / g [(\Delta p_2 - p_{ВТ}) + m_1 / S_1],$$

IV операция. Электронный вентиль ЭВ2 открывается, ЖТ с массой m_2 выгружается из ЭР в КНР, после заполнения КНР производим измерения с ДДД:

$$\Delta p_{12} = p_{ВТ} - p_{2ГД} = p_{ВТ} - M_2 g / S_2,$$

где $p_{2ГД}$ – гидростатическое давление, созданное массой $m_1 + m_2$ ЖТ в КНР; S_2 – средняя площадь поперечного сечения второго столба жидкости в КНР.

Измерения повторяются последовательно до заполнения КНР. Общее количество ЖТ, заполненного из ЭР в КНР, рассчитывается следующим образом:

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_N,$$

где m_N – масса ЖТ в ЭР на N -м такте.

средняя площадь поперечного сечения эталонного резервуара (постоянная величина). Массу ЖТ в ЭР находим из (2):

$$m_1 = (\Delta p_1 - p_{ВТ}) S_{ЭР} / g,$$

II операция. Электронный вентиль ЭВ2 открывается, масса m_1 ЖТ выгружается в КНР, гидростатическое давление (ГД), созданное массой m_1 , устанавливается и подается на «-» камеры ДДД, а давление ЖТ в ВТ подается на «+» камеры ДДД, по завершении процесса измеряется разность давлений:

$$\Delta p_{11} = p_{ВТ} - p_{1ГД} = p_{ВТ} - M_1 g / S_1,$$

где $p_{1ГД}$ – гидростатическое давление, создаваемое массой $M_1 = m_1$ ЖТ в КНР; S_1 – средняя площадь поперечного сечения первого столба жидкости в КНР.

III операция. Электронный вентиль ЭВ2 закрывается, а электронный вентиль ЭВ1 открывается, включается насос и ЭР наполняется ЖТ. По заполнении ЭР насос отключается и ЭВ1 закрывается; суммарное давление в ЭР и ВТ передают на «+» камеры ДДД, а давление $p_{1ГД}$ ЖТ с массой m_1 в КНР – на «-» камеры ДДД, и измеряется разность давлений Δp_2 :

На основе полученных результатов измерений рассчитываем среднюю площадь поперечного сечения для каждого столба, формируя таблицу индивидуальной калибровки. Собранная информация хранится в виде базы данных (БД) в памяти ЭВМ, играя важную роль в текущей калибровке и финансово-хозяйственной деятельности компании, а также проведении коммерческого расчета. По результатам процесса калибровки можно построить ТИК необходимой структуры.

Результаты теоретических и практических исследований проведены в лаборатории "Информационно-измерительных систем для нефтяной и газовой промышленности" Институт Систем Управления при Национальной Академии наук Азербайджана.

После проведения проверочных испытаний автоматическая система калибровки резервуаров со стороны SOCAR (ООО «Авангард СХМ») составлен акт, и рекомендовано для практического использования в нефтяных резервуарах.

Литература

1. ГОСТ 8.346-2000 ГСИ. Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические. Методика поверки.

2. ГОСТ 8.380-2000 ГСИ. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические вместимостью 100-50000 м³. Методы и средства поверки.

3. ГОСТ Р 8.595-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепродуктов.

4. Гаджиев Ч. М., Исаев М. М. Методы обработки измерений в ИИС определения массы нефтепродуктов в резервуарах. Баку: Элм, 2000.

5. Исаев М. М., и др. Разработка универсальной автоматической системы и алгоритма для калибровки нефтяных резервуаров // Датчики и Системы, Москва, 2015, № 7, с.50-55

6. Мамедов Р. Г., Исаев М. М., Агаев Ф. Г., Мехгизаде Э. К. Структурно-алгоритмические методы повышения точности измерений // «Проблемы нефтегазовой промышленности». 2010. Вып. 8. С. 229–242.

7. Пат. 2327118 РФ. Способ градуировки резервуаров / Кабанов В. И. и др. // 2008. Изобретение. Полезные модели № 17.

8. Пат. 2329472 РФ. Способ автоматизированного контроля и учета массы нефтепродуктов на топливных базах при их хранении в вертикальных и горизонтальных резервуарах / Шенкман Э. Н., Науменко С. Н., Мартынов Л. К. // 2008. Бюл. № 20.

УДК 664.143

Оболкіна Віра Іллівна

доктор технічних наук,

професор кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Національний університет харчових технологій

Кирпиченкова Оксана Миколаївна

кандидат технічних наук,

Старший викладач

кафедри технології харчування та ресторанного бізнесу

Національний університет харчових технологій

Оболкіна Вера Ильинична

доктор технических наук,

профессор кафедры технологии хлебопекарных и кондитерских изделий

Национальный университет пищевых технологий

Кирпиченкова Оксана Николаевна

кандидат технических наук,

старший преподаватель

кафедры технологии питания и ресторанного бизнеса

Национальный университет пищевых технологий

Obolkina V. I.

doctor of engineering science,

professor of department technology of bakery and confectionery products

National university of food technologies

Kyrpichenkova O. M.

Ph.D., Senior Lecturer of the department of food technology and restaurant business

National university of food technologies

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПРЯНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕКТИНОВМІСНИХ ОВОЧЕВИХ ПЮРЕ

EFFICIENCY USING TECHNOLOGY GINGERBREAD PECTIN CONTAINING VEGETABLE PUREE

Анотація: В статті запропонована методологія оцінки ефективності нових технологій пряників з використанням овочевої пектиновмісної сировини за інтегральним показником, який включає комплексний показник якості готової продукції і показник, що характеризує ефективність технологічного процесу. Доведено, що відносний інтегральний показник ефективності технології пряників із застосуванням морквяного та гарбузового пюре суттєво перевищує аналогічний показник для пряників, які виготовлені за традиційною технологією. Проведені дослідження підтвердили ефективність нових технологічних рішень по комплексному застосуванню інгредієнтів з певними функціонально-технологічними властивостями для підвищення харчової цінності виробів, збагачення біологічно-активними речовинами, збільшення терміну їх придатності.

Ключові слова: технологія, пряники, морквяне пюре, гарбузове пюре, інтегральний показник ефективності, комплексний показник якості, харчова цінність.

Summary: In the article the methodology for evaluating the effectiveness of new technologies cakes using raw vegetable pectynovmisnoyi by a combined index that includes a composite index and product quality index that characterizes the efficiency of the process. It is proved that the relative integral indicator of efficiency technologies cakes using the carrot and pumpkin puree significantly higher than for cakes, which are made by traditional technology. The research confirmed the effectiveness of new technologies for the integrated use of ingredients with specific functional and technological properties to improve the nutritional value of products, enrichment of biologically active substances prolong their life.

Key words: technology, cakes, carrot puree, pumpkin puree, integrated indicator of efficiency, a composite index of quality, nutritional value.

Постановка проблеми. В Україні виробництво кондитерських виробів складає більше 3% ВВП країни, що свідчить про розвиненість даної галузі харчової промисловості. В загальній структурі ринку кондитерської продукції борошняні вироби займають найбільшу частку ринку і є сегментом, що найбільше розвивається. Недоліком пряникових виробів є високий вміст цукру, низька харчова і біологічна цінність, черствіння виробів в процесі їх зберігання. Вирішити цю проблему можливо за рахунок застосування нової нетрадиційної сировини, до якої відноситься овочево пюре.

Овочева сировина містить унікальний хімічний склад [1]. Пюре з овочів, зокрема моркви і гарбуза, містить клітковину, пектинові речовини, моно- та дисахариди, органічні кислоти. Вітамінний склад представлений β -каротином, вітамінами групи С, В₁, В₂, фолієвою кислотою. Морквяне пюре містить велику кількість мінеральних речовин: особливо калію, кальцію, фосфору, магнію; мікроелементи представлені цинком, алюмінієм, бором, ванадієм, залізом, йодом, фтором, марганцем, молібденом. Гарбузова сировина – справжня комора мінеральних речовин, в ній містяться кальцій, калій, фосфор, залізо, мідь, фтор, цинк, які позитивно впливають на кровотворення.

З метою збільшення кількості пектинових речовин в овочевій сировині у Національному університеті харчових технологій, був запропонований новий спосіб приготування овочевого пектиновмісного пюре [2]. Особливість його отримання полягає в проведенні процесу гідролітичного розщеплення протопектину рослинної тканини. У процесі гідролізу збільшується кількість низькоетерифікованого пектину майже в 3 рази. Оскільки харчові волокна морквяного пюре мають високу гідратаційну здатність, це сприятиме поліпшенню структурних властивостей виробів та подовженню терміну їх зберігання.

Із використанням морквяного і гарбузового пектиновмісних пюре і комплексних поліпшувачів була розроблена технологія пряників з підвищеною харчовою цінністю, подовженим терміном придатності [3, 4].

Ціль статті. Дослідити ефективність нових технологій шляхом розрахунку інтегрального показника.

Виклад основного матеріалу. Оцінку ефективності запропонованих технологій пряників проводили за інтегральним показником (Π_0), який

включає комплексний показник якості (КПЯ) готової продукції (К); показник, який характеризує ефективність технологічного процесу (Р) з урахуванням їх коефіцієнтів вагомості (M_i) за формулою:

$$\Pi_0 = M_1 \cdot K + M_2 \cdot P \quad (1)$$

Комплексний показник якості готових виробів обчислювали з урахуванням окремих диференціальних показників якості та з урахуванням коефіцієнтів вагомості кожного із цих показників. Кількісна оцінка кожного окремого (диференційного) показника якості є відносною величиною, показує ступінь наближення цього показника P_i до його базового значення. Безрозмірна комплексна оцінка якості має визначений фізичний зміст, бо вона показує рівень якості, тобто ступінь наближення показника до базового зразка. В загальному вигляді:

$$K_i = f \frac{P_i}{P_i^\delta}, \quad (2)$$

де P_i – показник властивостей у відповідних одиницях вимірювання; P_i^δ – базовий показник, виражений у тих же одиницях вимірювання; K_i – комплексний показник якості.

Якщо при збільшенні значення P_i якість продукту погіршується, слід брати обернене співвідношення:

$$K_i = f \frac{P_i^\delta}{P_i}. \quad (3)$$

При визначенні КПЯ якість виробу розглядали як ієрархічну сукупність властивостей, що враховують харчову цінність: вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон; органолептичні властивості: смак, аромат, колір, структуру; калорійність, термін зберігання.

Показник ефективності технологічного процесу містить показник економічної ефективності (P_1) і показник інтенсифікації технологічного процесу (P_2) згідно дерева цілій (рис 1).

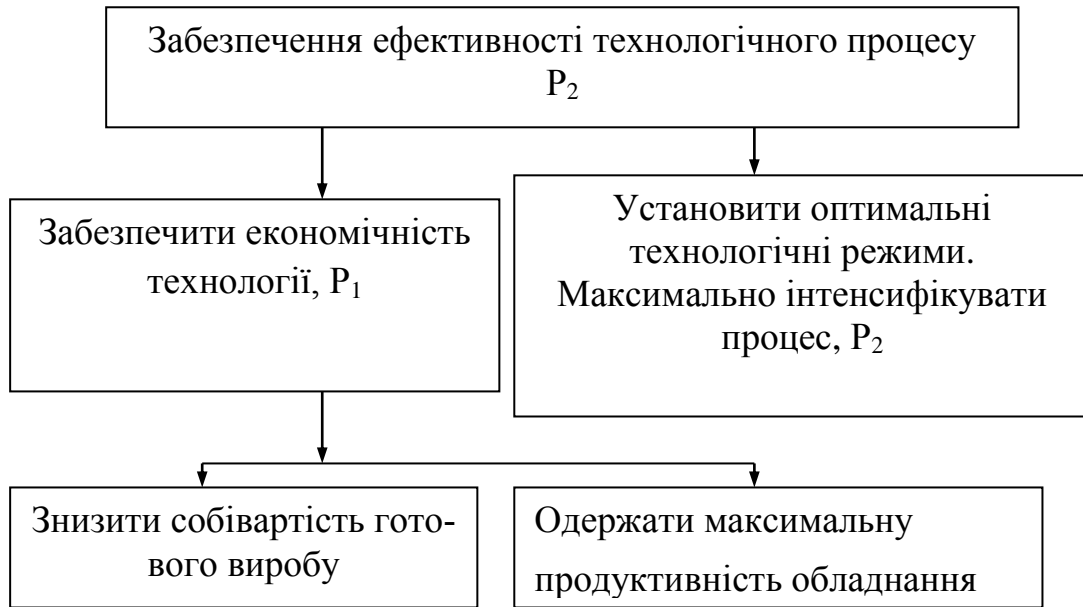


Рисунок 1 – Дерево цілій, яке обумовлює ефективність технологічного процесу

Кількісне визначення показника ефективності запропонованих технологій проводили порівнянням КПЯ і показника ефективності технологічного процесу з відповідними показниками контрольних зразків аналогічних виробів.

Оцінку КПЯ пряників проводили порівнянням з відповідними показниками пряників, які виготовлені за традиційною технологією та уніфікованої рецептурою згідно математичної моделі (4):

$$K = M_1 \left(M_{11} \frac{P_{11}}{P_{11}^6} + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^6} + M_{13} \frac{P_{13}}{P_{13}^6} \right) + M_2 \left(M_{21} \frac{P_{21}}{P_{21}^6} + M_{22} \frac{P_{22}}{P_{22}^6} + M_{23} \frac{P_{23}}{P_{23}^6} + M_{24} \frac{P_{24}}{P_{24}^6} \right) + M_3 \frac{P_3}{P_3^6} + M_4 \frac{P_4}{P_4^6} \quad (4)$$

де K – комплексний показник якості прянику.

харчову цінність (P₂): вміст пектину (P₂₁), клітковини (P₂₂), вітамінів (P₂₃), мінеральних речовин (P₂₄); калорійність (P₃), термін зберігання (P₄). P_{ij}⁶ – базовий показник якості зразку пряника. Як базовий зразок була обрана уніфікована рецептура на сирцеві пряники «Фігурні».

Згідно моделі, якість виробу розглядали як ієрархічну сукупність властивостей (рис. 2), що враховують органолептичні властивості (P₁): флейвор (смак і аромат) (P₁₁), колір (P₁₂), структуру (P₁₃);

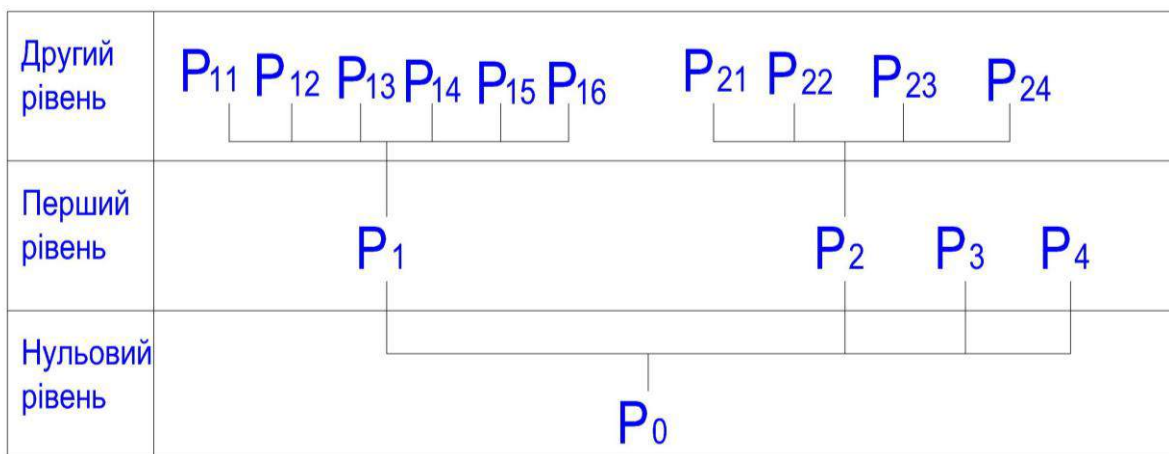


Рисунок 2 – Ієрархічне дерево властивостей

M_i, M_{ij} – показники вагомості. Визначення комплексної оцінки значення коефіцієнтів вагомості визначали за методом Делфі за умови, що

$$M_1 + M_2 + M_3 + M_4 = 1,0; M_{11} + M_{12} + M_{13} = 1,0$$

При розробленні технології пряників основними завданнями було поліпшення органолептичних властивостей, підвищення харчової цінності,

зниження калорійності та збереження якості протягом встановленого терміну зберігання.

Слід зауважити, що при збільшенні калорійності виробів їх якість погіршується, тому при розрахунку брали обернене співвідношення P_3^6 / P_3 .

Це стосується і показника, що характеризує термін зберігання пряників.

У табл. 1 наведені показники якості пряникового напівфабрикату для сирцевих пряників «Сонячні» і заварних пряників «Школярник-гарбузинка» з використанням овочевої пектиновмісної

Таблиця 1 – Значення показників якості пряників з використанням овочевої пектиновмісної сировини та базового зразку

Назва показників	Позначення	Одиниця виміру	Коефіцієнт вагомості	Значення показників якості		
				Базовий зразок	Розроблені зразки	
					Пряник «Фігурний»	Пряники «Сонячні» «Школярник-гарбузинка»
Органолептичні властивості	P_1		0,25			
флейвор	P_{11}	бал	0,4	4,6	5,0	5,0
інтенсивність кольору	P_{12}	бал	0,2	4,4	5,0	5,0
структура	P_{13}	бал	0,4	4,8	5,0	5,0
Харчова цінність	P_2	г/100г	0,4			
вміст пектину	P_{21}	мг/100г	0,3	-	0,14	0,16
вміст клітковини	P_{22}	мг/100г	0,2	0,1	0,22	0,22
вміст вітамінів	P_{23}	мг/100г	0,3	0,87	2,27	2,16
вміст мінеральних речовин	P_{24}	мг/100г	0,2	126,7	167,3	160,3
Калорійність	P_3	ккал/	0,20	387,5	373,1	372,4
Термін зберігання	P_4	міс.	0,15	1,5	4,5	5,5
КПЯ	P				1,67	1,65

Згідно розрахунків КПЯ для пряників «Сонячні» з морквяним пюре та «Школярник-гарбузинка» з гарбузовим пюре у 1,65 - 1,67 раза перевищує КПЯ базового зразка, при цьому, за органолептичними показниками - у 1,4 раза, за вмістом клітковини - у 2 раза, за вмістом вітамінів - у 2,4 - 2,6 раза, за вмістом мінеральних речовин - у 1,3 раза; калорійність пряників знижена на 5%.

Інтегральний показник ефективності технології пряників з овочевим пюре визначали за формулою (1). Показник ефективності технологічного

Таблиця 2 – Диференційні показники тривалості технологічних процесів при виробництві сирцевих пряників

Назва процесу	Позначення	Коефіцієнт вагомості	Тривалість приготування	
			Значення показників, хвилин	
			Пряник «Фігурний»	Пряники «Сонячні»
Приготування емульсії	P_{21}	0,3	25	18
Приготування тіста	P_{22}	0,3	15	8
Випікання	P_{23}	0,4	12,5	14,5

При удосконаленні технології сирцевих пряників завдяки оптимізації параметрів основних технологічних процесів тривалість приготування емульсії знизилася у 1,7 раза, тривалість приготування тіста у 1,87 раза. Але тривалість випікання збільшилася у 1,16 раза, вірогідно, завдяки підвищеній гідروفільності харчових волокон.

Розрахунки економічної ефективності від

сировини, базового зразку та коефіцієнтів їх вагомості.

Слід зазначити, що β -каротин, присутній в морквяному і гарбузовому пюре є натуральним барвником, що надає пряниковим виробам яскравий жовтий колір. У процесі випікання пряників під дією високих температур можливо руйнування β -каротину, тому проводили дослідження по його визначенню у готових виробках. Було встановлено, що вміст β -каротину у готових пряниках становить 0,83 мг/100 г.

процесу $P_{\text{еф.т.п}}$ містить показник інтенсифікації технологічного процесу ($P_{\text{і.т.п}}$) і показник економічної ефективності ($P_{\text{е}}$). Коефіцієнти вагомості були визначені на підставі експертного опитування.

$$P_0 = 0,6 \cdot K + 0,4 \cdot P_{\text{еф.т.п}} (1)$$

$$P_{\text{еф.т.п}} = 0,4 \cdot P_{\text{і.т.п}} + 0,6 \cdot P_{\text{е}} (5)$$

У табл. 2 наведені диференційні показники тривалості технологічних процесів при виробництві сирцевих пряників «Сонячні».

впровадження розроблених технологій показали, що собівартість пряників «Сонячні» і «Школярник-гарбузинка» була знижена в 1,05 раза. Завдяки оптимізації рецептури та технологічних режимів виробництва показник ефективності технологічного процесу виробництва пряників «Сонячні» становить 1,14.

Показник інтенсивності технологічних процесів для заварних пряників «Школярік-гарбузника» становить 0,74, тобто у 1,5 рази нижче по зрівнянню з сирцевими пряниками. Показник ефективності технологічного процесу виробництва заварних пряників становить 0,93.

Відносний інтегральний показник ефективності технології сирцевих пряників «Сонячні»:

$$P_0 = 0,5 \cdot 1,67 + 0,5 \cdot 1,14 = 1,4$$

Відносний інтегральний показник ефективності технології заварних пряників «Школярік-гарбузника»:

$$P_0 = 0,5 \cdot 1,65 + 0,5 \cdot 0,93 = 1,3$$

Таким чином, проведені дослідження та розрахунки підтвердили ефективність запропонованих у роботі нових технологічних рішень по комплексному застосуванню інгредієнтів з певними функціонально-технологічними властивостями для підвищення показників якості пряників, підвищенню харчової цінності, збагаченню біологічно-активними речовинами, збільшенню терміну їх придатності.

Висновки і пропозиції. Забезпечення конкурентоспроможності заварних і сирцевих пряників було досягнуто покращенням їх смаку, аромату, кольору, структури; підвищенням харчової цінності, за рахунок збагачення пектином, рослинною клітковиною, β -каротином, мінеральними речовинами; зниженням калорійності та подовженням терміну їх придатності.

Відносний інтегральний показник ефективності нових технологій пряників із застосуванням овочевої пектиновмісної сировини становить 1,3 - 1,4, що підтверджує ефективність запропонованих технологічних рішень.

Список літератури:

1. Батурич А.К. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник Мак Канса и Уиддоусона / Перевод с англ. под ред. д-ра мед. наук А.К. Батурич // СПб.: Профессия. – 2006. – 416с.

2. Патент 73050 Україна, МПК А 23L 1/06(2006.01). Спосіб виробництва пектиносодержащего овощного пюре / Крапивницька І.А.; заявитель и патентодержатель Национальный университет пищевых технологий.– заявл. 24.02.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17.

3. Патент 93838 UA, МПК А23 G 3/36(2011.01). Спосіб приготування сирцевих пряників / Оболкіна В. І., Кирпиченкова О. М., Крапивницька І. О.; заявник Національний університет харчових технологій: № а 201006423; заявл. 26.05.2010; опубл. 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011р.

4. Патент 99983 UA, МПК А21D 8/02 (2006.01) А21D 13/08 (2006.01). Спосіб виробництва заварних пряників / Оболкіна В. І., Кирпиченкова О. М., Кандиба А. А., Крапивницька І. О.; заявник Національний університет харчових технологій: № а 201108487; заявл. 06.07.2011; опубл. 25.10.2012, Бюл. № 20, 2012 р.

Яценко Елена Владимировна
старший преподаватель кафедры биомедицинской инженерии,
Национального технического университета Украины «КПИ»

Яценко Олена Володимирівна
старший викладач кафедри біомедичної інженерії,
Національного технічного університету України «КПИ»

Elena Yatsenko
Senior Lecturer, Department of Biomedical Engineering,
National Technical University of Ukraine "KPI"

Маслюк Олеся Александровна
студентка 4-го курса кафедры биомедицинской инженерии,
Национального технического университета Украины «КПИ»

Маслюк Олеся Олександрівна
студентка 4-го курсу кафедри біомедичної інженерії,
Національного технічного університету України «КПИ»

Maslyuk Olesya
Student of 4-th course of the Department of Biomedical Engineering,
National Technical University of Ukraine "KPI"

НАСТОЛЬНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ И ТРЕНИРОВКИ ЗРЕНИЯ НАСТІЛЬНИЙ ПОСІБНИК ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ І ТРЕНУВАННЯ ЗОРУ DESKTOP GUIDE FOR TRAINING AND EVALUATION OF EYESIGHT

Анотація: В даній статті розглянуто додатки для перевірки та покращення зору. Проаналізовані існуючі методи перевірки зору, наведено переваги та недоліки існуючих додатків. Також в статті наведено власний розроблений додаток для перевірки та покращення зору, наведено його найбільші переваги та недоліки, над якими ще потрібно працювати. Наведені результати порівняння розробленого додатку з розглянутими існуючими. В результаті отримано програмний продукт, який можна інтегрувати.

Ключові слова: програмний продукт, інтерфейс, астигматизм, макулодистрофія, тестування.

Аннотация: В данной статье рассмотрены приложения для проверки и улучшения зрения. Проанализированы существующие методы проверки зрения, приведены преимущества и недостатки существующих приложений. Также в статье приведено собственное разработанное приложение для проверки и улучшения зрения, приведены его наибольшие преимущества и недостатки, над которыми еще нужно работать. Приведены результаты сравнения разработанного приложения с рассмотренными существующими. В результате получено программный продукт, который можно интегрировать.

Ключевые слова: программный продукт, интерфейс, астигматизм, макулодистрофия, тестирование.

Summary: This article deals with applications for testing and improving the eyesight. Existing methods of verification, are the advantages and disadvantages of existing applications. Also in the article are his own application designed to test and improve the eyesight, are its biggest advantages and disadvantages over which still need work. The results compare with the developed application review existing. As a result, received a software product that can be integrated.

Keywords: software, interface, astigmatism, macular degeneration, testing.

Актуальность проблемы зрения в XXI веке говорит сама за себя. В современном мире техники и электроники, можно наблюдать увеличение количества людей, у которых есть проблемы со зрением.

Известным фактом является то, что от 70% до более 90% информации человек получает с помощью зрения. Именно поэтому стоит сказать, что зрение это один из самых важных процессов человеческой жизни, благодаря которому происходит обработка информации, полученной из окружающего нас мира.

Если у вас есть проблемы со зрением или же вы носите очки, то вам безусловно нужно регулярно проверять зрение. Если же вы считаете, что у вас нет проблем со зрением, то время от времени всё же стоит делать проверку.

Зрение может ухудшаться, особенно это касается тех, кто проводит много времени за компьютером. На сегодняшний день существует огромное количество сайтов [1], мобильных приложений, с

помощью которых можно проверить зрение онлайн. Всё достаточно просто – вы выбираете таблицу для проверки зрения, вводите соответствующие параметры, после чего происходит проверка зрения. Однако, такая проверка даёт только приблизительный результат без возможности наблюдения за динамикой изменений ваших показателей, что и есть недостатком подобного тестирования. Также значительным недостатком данных тестов является то, что они упускают проверку рефракции зрения. Этот параметр считается одним из самых важных, так как именно с его помощью можно определить близорукость, дальнозоркость и астигматизм.

Конечно же для того, чтобы не допустить проблем со зрением или улучшить его, существуют так же приложения, которые включают в себя комплекс упражнений и рекомендаций.

Так как не было найдено аналогов по проверке зрения в домашних условиях для всей семьи,

которые могли бы одновременно проверять зрение, вести динамику показателей и в то же время проходить упражнения для улучшения зрения, то было принято решение о создании нового программного продукта. При разработке [2] применены такие информационные технологии, как использование языка программирования C#. Он способствует быстрой скорости разработки и производительности кода. Защита данных реализована путем авторизации пользователей. Интерфейс разработан соответственно таким характеристикам: привлекательность, минимализм, доступность.

Разработка программного продукта для оценки и тренировки зрения дает возможность самостоятельно пройти проверку зрения бесплатно и в домашних условиях, не выходя из дома. Он позволяет оценить зрение приблизительно, не ставит диагноз, но дает понимание того, что необходимо обратиться к врачу, и также предоставляет возможность улучшить зрение благодаря предлагаемым упражнениям.

На основе анализа существующих аналогов были поставлены следующие задачи для разработки нового программного продукта. Во-первых, было принято решение о использовании основных методик проверки зрения, а именно проверка зрения по таблице Сивцева, которая считается наиболее известным инструментом для диагностики остроты зрения. Острота зрения является главной характеристикой зрительного анализатора. Таблица состоит [3] из 12 строк с буквами алфавита, которые уменьшаются в каждой следующей строке сверху вниз. Значение «D» слева таблицы свидетельствует о расстоянии, с которого человек с нормальным зрением должен идентифицировать буквы в этой строке. Оно варьируется от 2,5 метров начиная с нижнего ряда и 5 – для верхнего. Значение «V» справа таблицы показывает остроту зрения, если человек видит строку на расстоянии 5 метров. Зрение считается нормальным (1,0), если человек видит последнюю строку с расстояния 5 метров. На рис.1 изображен скриншот разрабатываемого программного продукта, а именно проверку зрения по таблице Сивцева.

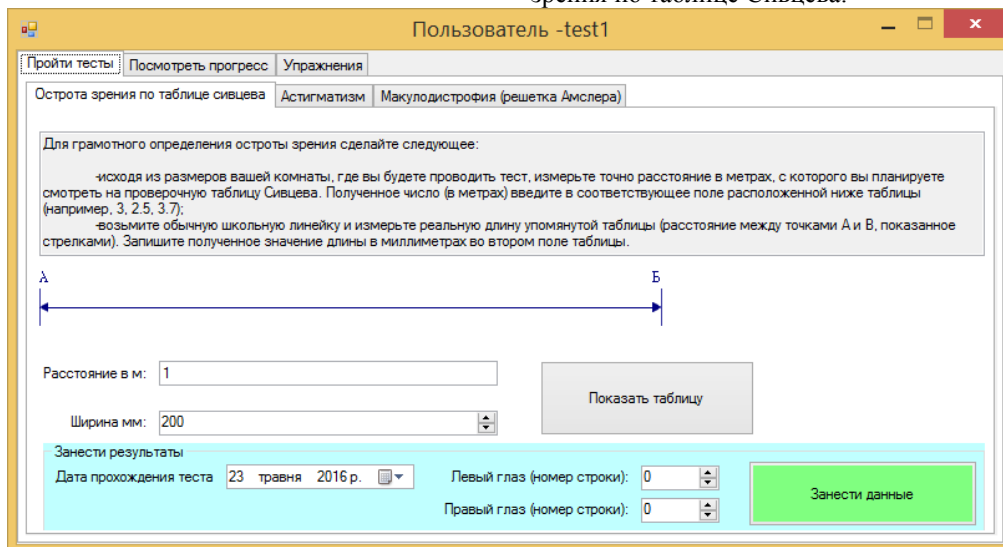


Рисунок 1. Проверка остроты зрения по таблице Сивцева

Также было принято решение определить [4] астигматизм с помощью так называемой «лучистой фигуры». При астигматизме после преломления в оптической системе глаза световые лучи не сходятся в одну точку, а проецируются на сетчатку в виде нескольких точек, отрезков разной длины, кругов или овалов. В результате вместо нормального изображения получается что-то деформированное и нечеткое. Причем человек, страдающий

астигматизмом, одинаково плохо видит как близкие, так и удаленные предметы. Суть [5] проверки заключается в том, что обследуемый поочередно всматривается в определенного вида фигуру. В том случае, если не все линии (лучи) одинаково видны, среди серых, нечетких линий, или наоборот, кажутся черными, то обследуемому диагностируют астигматизм. На рис. 2 изображен скриншот по проверке зрения на астигматизм по «лучистой фигуре» (создаваемый автором программный продукт).

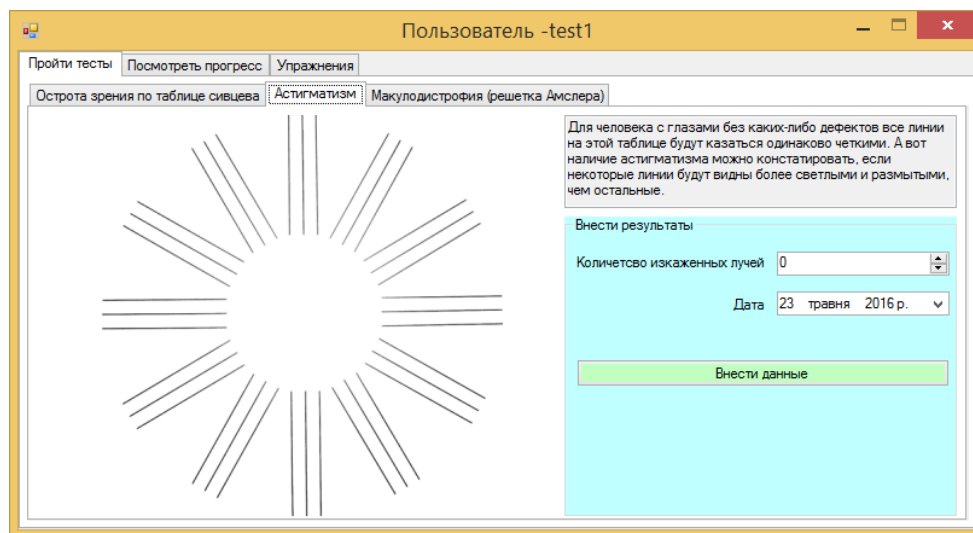


Рисунок 2. Проверка астигматизма по «лучистой фигуре»

Следующим наиболее [6] быстрым способом проверки центрального поля зрения был выбран тест Амслера, так как регулярное прохождение теста может указать на появление первых симптомов возрастной макулярной дегенерации. Возрастная макулярная дегенерация (макулодистрофия, дистрофия сетчатки) - это хроническое заболевание, при котором поражается важнейшая область глаза – макула (это часть сетчатки, находящаяся на заднем полюсе глазного яблока). Макула отвечает за центральное зрение, поэтому ее нормальная функция важна для повседневных занятий – чтения, письма, просмотра телевизора, работы за компьютером. Если макула поражена, это может привести

к появлению зрительных нарушений (таких как искажения линий, предметов или появление пятен в поле зрения).

Суть теста заключается в том, что изображение должно быть одинаковым для обоих глаз, а именно, линии должны быть ровными, без искажений и искривлений, что считается нормой. Иной случай может говорить о патологических процессах в центральных отделах сетчатки, а именно о макулодистрофии. На рис. 3 изображен скриншот проверки зрения на макулодистрофию по тесту Амслера.

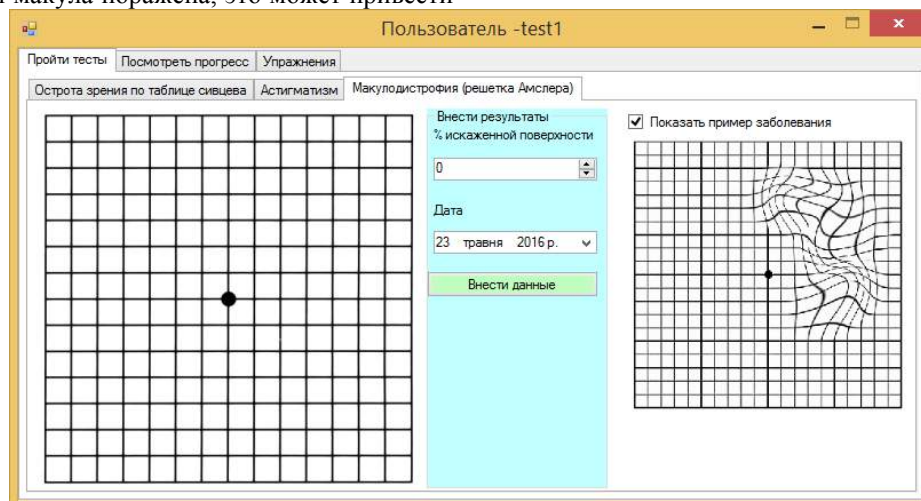


Рисунок 3 – Проверка зрения на макулодистрофию по тесту Амслера

Во-вторых, для тренировки [7] зрительного аппарата была разработана следующая составная часть программы, которая предлагает пройти упражнения, которые помогут улучшить или укрепить зрение. Упражнения были отобраны в виде

гимнастики для глаз, с целью укрепления глазных мышц, нервов и профилактики нарушений зрения. На рис. 4 представлен скриншот программы, а именно вкладка упражнений для глаз.

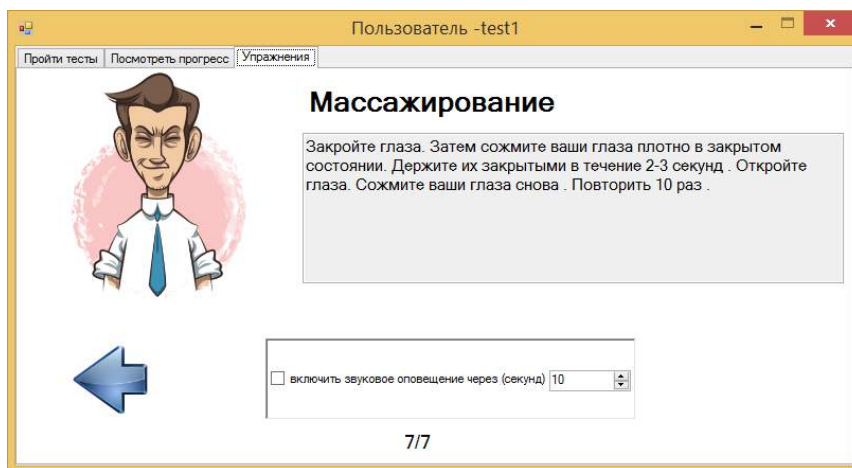


Рисунок. 4 – Упражнения для глаз

Данные тесты конечно же не считаются 100% проверкой и никак не могут говорить об окончательном диагнозе, и не заменяют обязательные регулярные визиты к офтальмологу, а только могут свидетельствовать о возможных изменениях зрения.

Таким образом, разрабатываемый программный продукт объединяет различные методики возможности проверки и тренировки зрения в домашних условиях в режиме офлайн. Программный продукт находится на стадии разработки. В ближайшее время планируется тестирование и внедрение.

Список использованной литературы.

1. Тесты для самостоятельной проверки зрения [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.excimerclinic.ru/eye-tests/>.

2. Шилдт Г. Герберт Шилдт - С# 4.0: Полное руководство / Герберт Шилдт., 2011. – 1056 с.

3. ТАБЛИЦА СИВЦЕВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗРЕНИЯ В РЕЖИМЕ ОНЛАЙН [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.horosheezrenie.ru/tablica-sivceva/>.

4. Аветисов Э. С. Близорукость / Э. С. Аветисов., 2002. – 288 с.

5. Иоганнес Р. В. Большой атлас по анатомии - фотографическое описание человеческого тела / Роен В. Иоганнес., 1997. – 482 с.

6. Аветисов С. Э. Офтальмология. Национальное руководство / С. Э. Аветисов., 2008. – 1017 с.

7. Гаврюк С. Н. Восстановление зрения / Сергей Николаевич Гаврюк., 2009. – 91 с.

УДК 621.307.13

Порев Володимир Андрійович
 доктор технічних наук, професор,
 завідувач кафедри наукових, аналітичних
 та екологічних приладів і систем,
 Національний технічний університет України
 „Київський політехнічний інститут”

Порев Владимир Андреевич
 доктор технических наук, профессор,
 заведующий кафедрой научных, аналитических
 и экологических приборов и систем,
 Национальный технический университет Украины
 „Киевский политехнический институт”

Volodymyr A. Poryev
 D.Sc., Professor
 Chief of Department of Scientific
 Analytical Devices and Systems
 National Technical University of Ukraine
 “Kyiv Polytechnic Institute”

**ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗОНИ ПЛАВКИ НА ПОВЕРХНЕВИЙ ГРАДІЄНТ
 ТЕМПЕРАТУРИ**
**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗОНЫ ПЛАВКИ НА ПОВЕРХНОСТНЫЙ
 ГРАДИЕНТ ТЕМПЕРАТУРЫ**
**THE INFLUENCE OF THE MELTED ZONE VELOCITY ON THE SURFACE
 TEMPERATURE GRADIENT**

Анотація: Врахована принципова особливість електронно-променевої технології плавки кремнію, яка полягає в наявності двох діапазонів зміни яскравості поверхні. Обґрунтовано алгоритм дослідження температурного поля поверхні рідкої фази. Експериментально визначена асиметрія температурного поля на поверхні рідкої фази. Експериментально встановлено, що збільшення швидкості переміщення зони розплаву приводить до збільшення температурного градієнту на поверхні рідкої фази.

Ключові слова: зона розплаву, швидкість переміщення, температурне поле.

Аннотація: Учтена принципиальная особенность электронно-лучевой технологии плавки кремния, заключающаяся в наличии двух диапазонов яркости поверхности. Обоснован алгоритм исследования температурного поля поверхности жидкой фазы. Экспериментально определена асимметрия температурного поля. Экспериментально показано, что увеличение скорости перемещения зоны расплава приводит к увеличению температурного градиента на поверхности жидкой фазы.

Ключевые слова: зона расплава, скорость перемещения, температурное поле.

Abstract: The key specifics of the electron-beam silicon melting technology is accounted for, namely the existence of the two ranges of surface brightness. The algorithm for the research of the temperature field of the liquid phase surface was substantiated. The asymmetry of the temperature field was experimentally determined. It was shown by the experiments that increasing the velocity of the melted zone leads to increase of the temperature gradient over the surface of the liquid phase.

Keywords: melted zone, velocity, temperature field.

Постановка проблеми та аналіз досліджень і публікацій

Безтигельна зонна плавка є однією із найбільш перспективних технологій отримання матеріалів із заданими властивостями, в тому числі надчистих напівпровідників, які є основою сучасної мікроелектроніки та інших важливих галузей науки і техніки. Загальний термін “зонна плавка” (zone melting) за В. Пфанном [1, с. 137] означає сукупність методів, які в кристалічних речовинах дозволяють перерозподіляти розчинні домішки. Для всіх цих методів спільним є повільне переміщення вузької зони розплаву вздовж твердого зразка, в результаті чого досягається перерозподіл домішок. Розплавлена зона має дві поверхні розділу між твердою та рідкою фазами — першу, що плавиться

і другу, що твердне. На першій поверхні тверда речовина плавиться і зміщується з рідкою. Процеси, які відбуваються на другій поверхні розділу, власне і визначають суть плавки внаслідок того, що концентрації домішок в рідкій та твердій фазі неоднакові.

Для створення розплавленої зони застосовують різні методи нагріву: індукційний, електронно-променевий, оптичний, резистивний. Кожен з методів має свої особливості, переваги та недоліки. Електронно-променевий нагрів характеризується найбільшим ККД (70-80%), малою споживаною потужністю, можливістю створення вузької та регульованої в процесі плавки зони розплаву, простою конструкції, забезпечує найбільшу стерильність процесу.

Найважливішими параметрами зонної плавки, що визначають її якість, є висота, форма зони плавки і ділянки кристалізації, швидкість переміщення зони та розподіл температури.

Сучасні електронні засоби стабілізації струму забезпечують можливість утворення і підтримки на поверхні зони плавки стабільного і симетричного температурного поля. Але в ході плавки можлива, наприклад, локальна деформація електроду, або локальне зниження емісійної здатності, що веде до додаткових температурних градієнтів, до порушення кільцевої симетрії температурного поля і приводить до перекосу ділянки кристалізації. В [2, с.79] зазначається, що асиметрія температурного поля негативно впливає на розподіл домішок по перерізу кристала – збільшує їх концентрацію в одних ділянках та зменшує в інших. При цьому навіть при постійній щільності електронного пучка внаслідок конвекції в розплаві можуть виникати флуктуації температури, які породжують флуктуації домішок.

На сьогодні безтигельна зонна плавка сформувалась в потужну галузь виробництва матеріалів з заданими властивостями. При цьому незважаючи на безперервний розвиток теоретичної бази, вдосконалення технології, розширення сфер застосування, актуальною і до цього часу залишається проблема контролю температурного поля. Головною причиною такого положення є, з одного боку, особливості технології зонної плавки, які виключають можливість використання найбільш точних і технологічно досконалих контактних технічних засобів вимірювання температури, з другого — впровадженню пірометрів випромінювання перешкоджає брак інформації про механізм формування поля яскравості. Впровадження телевізійних засобів вимірювання в технологію зонної плавки дозволило в цілому вирішити проблему контролю температури поверхні рідкої фази [3, с. 93]. Але деякі питання, важливі з точки зору забезпечення якості плавки не вирішені і до цього часу. Наприклад, в [4, с.476] було показано, що при індукційному методі значення градієнту температури можуть залежати

від швидкості переміщення зони плавки. Для електронно-променевої технології на сьогодні відсутні навіть оціночні значення такої залежності, що обумовлює актуальність і визначає мету та задачі експериментів, спрямованих на дослідження впливу швидкості переміщення зони плавки на поверхневий градієнт температури.

Дослідження впливу швидкості переміщення кристалу на поверхневий градієнт температури зони плавки

Оскільки жоден із параметрів зонної плавки не може вважатися стабільним на протязі циклу плавки, то відзначені вище фактори поодино або в певній сукупності негативно впливають на результат плавки, але головною причиною, яка заважає отриманню заданих параметрів кінцевого продукту, є значні розходження між розрахунковим та реальним розподілами температурного поля по зоні плавки.

Теоретичне моделювання процесів зонної плавки матеріалів базується на диференціальних рівняннях теплопровідності, коректність розв'язку яких залежить від достовірності крайових умов, тобто значень температурного поля при заданих аргументах. Відомі методики задання крайових умов базуються на певних припущеннях або на емпіричних залежностях, встановлених для подібних задач, які отримані для інтегральних характеристик температурного поля, без врахування його розподілу в зоні впливу електронного потоку, отже є джерелом похибок, які практично неможливо оцінити.

Непрогнозовані градієнти температури можуть виникати також при незначних вібраціях або при несиметричності розплавленої зони внаслідок незначної неспівосності кристалу та електроду.

Важливу роль в формуванні температурного поля відіграють хіміко-фізичні особливості матеріалів, які переплавляються. Наприклад, принциповою особливістю технології плавки кремнію з точки зору формування поля яскравості зони плавки, яке є джерелом інформації про температурне поле поверхні, є наявність двох рознесених у часі діапазонів зміни яскравості (рис.1).

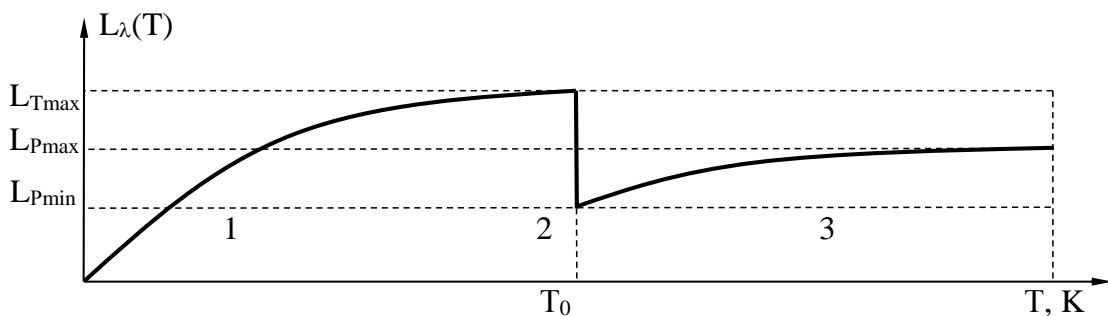


Рисунок 1—Зміни яскравості поверхні зони плавки: 1 — тверда фаза, 2 — фазовий перехід, 3 — рідка фаза.

Перший діапазон визначає поле яскравості в твердій фазі в межах дії електронного пучка, при збільшенні температури яскравість власного випромінювання збільшується до максимально можливого значення L_{Tmax} . При температурі поверхні T_0

відбувається перехід з твердої в рідку фазу з температурою T_f і миттєвим зменшенням яскравості до значення L_{Pmin} . При подальшому нагріві температура рідкої фази підвищується, а яскравість поверхні рідкої фази збільшується, наближаючись до

деякого максимально можливого значення $L_{Pmax} < L_{Tmax}$.

Різниця $L_{Pmax} - L_{Pmin}$ обумовлена так званим перегрівом поверхні, який визначається перевищенням поточної температури поверхні рідкої фази над температурою плавлення. При цьому значний перегрів, особливо локальний, негативно впливає

$$\varepsilon_T \exp\left(-\frac{C_2}{\lambda_e T_T}\right) = \varepsilon_P \exp\left(-\frac{C_2}{\lambda_e (T_\Phi + \Delta T_n)}\right), \quad (1)$$

де ε_T — коефіцієнт випромінювальної здатності кремнію в твердій фазі,

ε_P — коефіцієнт випромінювальної здатності кремнію в рідкій фазі,

ΔT_n — різниця температури, обумовлена перегрівом,

$$\Delta T_n = \frac{\lambda_e}{C_2} T_0^2 \ln \frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_P}. \quad (2)$$

Оскільки $\frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_P} = 1.39$ [5, с.1510], $T_0=1412$

°С, $\lambda_e=0.68$ мкм, то при однакових яскравостях ділянок твердої і рідкої фаз $\Delta T_n=60^\circ\text{C}$.

В жодному з численних циклів зонної плавки кремнію не було зафіксовано рівність яскравостей ділянок твердої та рідкої фаз, тому отримане значення можна використати як верхню оцінку температури перегріву.

Експериментальні дослідження розподілу температури на поверхні рідкої фази виконувались шляхом формування зображень зонної плавки за допомогою телевізійної камери OS25III з подальшим записом і програмною обробкою зображень. Камера OS25III має діапазон спектральної чутливості 0.36...1.06 мкм, формат ПЗЗ-матриці — 582×542, піксел 10.4 мкм, стабільні характеристики, обладнана вимикачем автоматичного регулювання підсилення.

Експериментально встановлено, що тепловий перегрів не перевищує 30°C , а функція розподілу температури по висоті зони плавки несиметрична [6, с.7]. Асиметрія температурного профілю відтворює розподіл щільності електронів в перерізі електронного пучка на поверхні кристалу, а параметром асиметрії є відношення відрізків, які визначаються різницею координат максимуму щільності електронного пучка X_{max} та нижньої X_n і верхньої X_b меж рідкої фази. На рис.2а представлено зображення кристалу в робочій стадії

на якість плавки, оскільки порушується розрахунковий температурний градієнт.

Для оцінки максимально можливого перегріву припустимо, що яскравості твердої і рідкої фаз зрівнялися, тобто справедливе наступне співвідношення

λ_e — ефективна довжина хвилі,

C_2 = стала із закону Планка (14400 мкм·К).

Після нескладних перетворень та врахувавши, що $T_\Phi \approx T_0$, отримаємо формулу

плавки. В проведених експериментах система координат на поверхні кристалу вибрана таким чином, що нижня сторона прямокутника, який виділяє зону розплаву (рис.2а), відповідає координаті $X = 0$ мм. На цьому ж рисунку координати меж рідкої фази, відповідно $X_n=0,75$ мм, $X_{max}=4,00$ мм, $X_b=10,50$ мм. Якщо на протязі циклу режим плавки незмінний, то параметр асиметрії 1:2. При цьому градієнт температури на відріжку від X_n до X_{max} становить $8^\circ\text{C}/\text{мм}$, а на відріжку від X_{max} до X_b — $5,6^\circ\text{C}/\text{мм}$.

Дослідження залежності поверхневого градієнту температури від швидкості переміщення провадилось шляхом вимірювання температури в двох точках рідкої фази, вибраних на відстані 2 мм і 3 мм від фронту кристалізації, (в процесі плавки положення точок відносно фронту кристалізації підтримувалось спеціальною програмою). Температура в кожній точці визначалась як середнє значення 25 послідовних відліків, взятих через 0.04 с. Градієнт в $^\circ\text{C}/\text{мм}$ визначався як різниця середніх температур у вказаних точках з інтервалом 1 хвилина.

На рис.2б показано як змінювалась температура у вказаних точках при швидкості переміщення зони розплаву 35 мм/год. (зафіксовані значення градієнту в межах $3...6^\circ\text{C}/\text{мм}$).

На рис.2в показано зміни температури при швидкості 50 мм/год (зафіксовані значення градієнту в межах $8...14^\circ\text{C}/\text{мм}$), на рис.2 г — при швидкості 100 мм/год (зафіксовані значення градієнту в межах $10...20^\circ\text{C}/\text{мм}$).

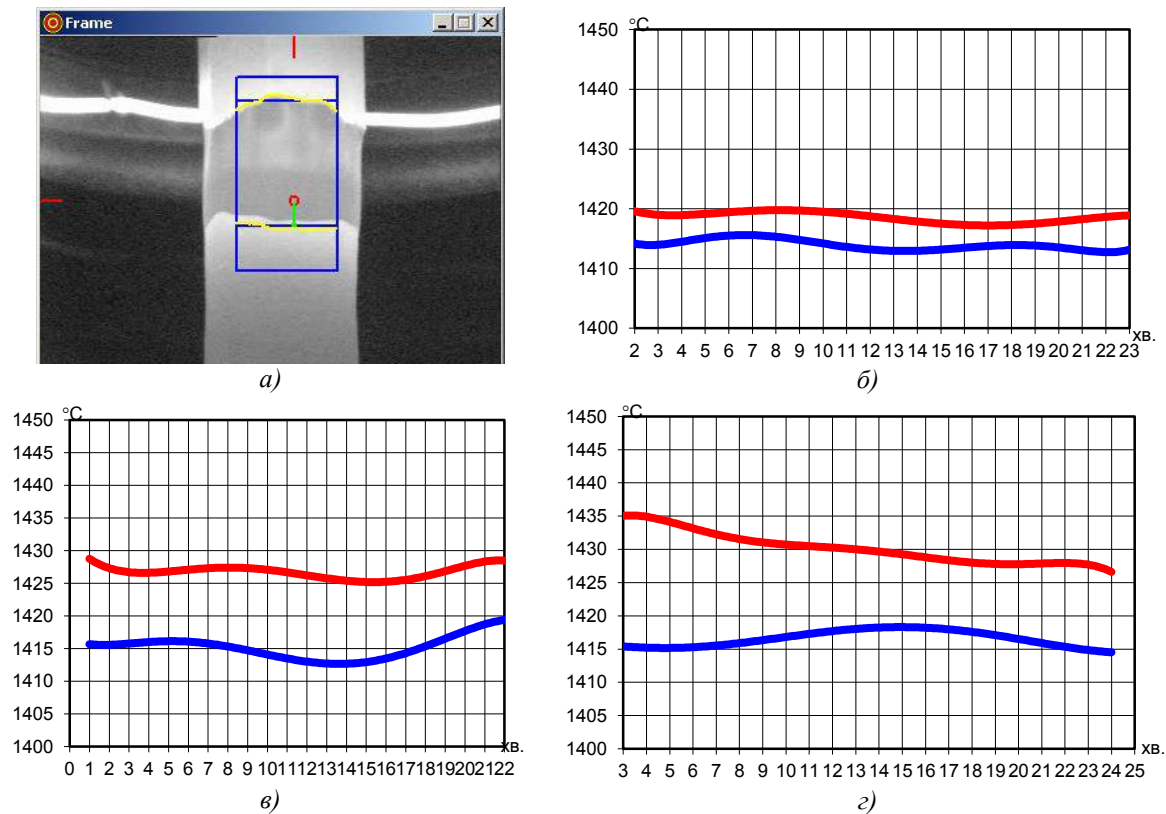


Рисунок 1—Вплив швидкості переміщення зони розплаву на градієнти температур: а) — зображення кристалу, б) — швидкість 35 мм/год, в) — швидкість 50 мм/год, г) — швидкість 100 мм/год.

З отриманих результатів можна зробити висновки, що в технології електронно-променевої плавки кремнію збільшення швидкості переміщення зони розплаву приводить до збільшення температурного градієнту на поверхні рідкої фази.

Висновки та перспективи подальшого розвитку досліджень

Підтверджена ефективність застосування телевізійних засобів для контролю параметрів електронно-променевої плавки кремнію, в першу чергу температури поверхні рідкої фази при малих значеннях контрасту.

Акцентована принципова з точки зору формування поля яскравості поверхні зони особливості електронно-променевої технології плавки кремнію, яка полягає в наявності двох діапазонів зміни яскравості, що дозволило обґрунтувати алгоритм дослідження температурного поля поверхні рідкої фази.

Експериментально встановлена асиметрія температурного поля на поверхні рідкої фази, яка відтворює розподіл щільності електронів в перерізі електронного пучка. Параметром асиметрії є відношення відрізків, які визначаються різницею координат максимуму щільності електронного пучка та координат нижньої і верхньої меж рідкої фази.

Експериментально встановлено, що збільшення швидкості переміщення зони розплаву приводить до збільшення температурного градієнту на поверхні рідкої фази біля ділянки кристалізації.

Отримані результати можна використати на етапі планування подальших досліджень з метою визначення швидкості переміщення зони розплаву, при якій забезпечується оптимальний для бездефектного росту кристалів температурний градієнт на поверхні.

Література

1. Пфанн В. Зонная плавка.— М.: Мир, 1970.— 366 с.
2. Червоный И.Ф. Перспективы развития технологии выращивания высокочистых монокристаллов кремния методом безтигельной зонной плавки // *Металлургическая и горнорудная промышленность*.—1998.—№2.—С.79-83.
3. Порев Г.В. Информационная технология контролю перегріву рідкої фази в процесі зонної плавки кремнію // *Методи та прилади контролю якості*.—2014. - №2 (33). – С. 93-97.
4. Осовский М.И., Фалькович Э.С. Влияние градиента температуры на образование микродефектов при выращивании монокристаллов кремния // *Неорганические материалы*.—1983.—Том.19, №3.—С.476-477.
5. Порев В.А. Контроль температурного поля зоны плавки // *Дефектоскопия*.—2001, № 5.— с.7-11.

Література іноземною мовою

- Allen F.G. (1957). Emissivity at 0.65 Micron of Silicon and Germanium at High Temperatures. *Journal of Applied Optics*, 12, 1510-1511.

УДК 621.307.13

Порев Володимир Андрійович,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри наукових, аналітичних
та екологічних приладів і систем,
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”

Порев Владимир Андреевич,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой научных, аналитических
и экологических приборов и систем,
Национальный технический университет Украины
„Киевский политехнический институт”

Volodymyr A. Poryev
D.Sc., Professor
Chief of Department of Scientific
Analytical Devices and Systems
National Technical University of Ukraine
“Kyiv Polytechnic Institute”

Дубова Марія Владиславівна,
студентка,
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”

Дубовая Мария Владиславовна
студентка,
Национальный технический университет Украины
„Киевский политехнический институт”

Dubova Mariia Vladyslavivna
Student,
National Technical University of Ukraine
“Kyiv Polytechnic Institute”

**ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗОНИ ПЛАВКИ НА ВИСОТУ РІДКОЇ ФАЗИ
ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗОНЫ ПЛАВКИ
НА ВЫСОТУ ЖИДКОЙ ФАЗЫ
THE INFLUENCE OF MELTING ZONE DISPLACEMENT RATE ON THE HEIGHT OF
LIQUID PHASE**

Анотація: Експериментально встановлено характер розподілу яскравості випромінювання після утворення рідкої фази в усьому об'ємі кристалу та при наявності дзеркального відбиття випромінювання електроду. Запропоновано алгоритм адаптивного пошуку меж, який забезпечує виділення контурів зображень складної форми, з малими значеннями контрасту та за наявності ділянок, яскравість яких значно перевищує середню яскравість зони плавки. Експериментально встановлено, що збільшення вдвічі швидкості переміщення зони розплаву приводить до збільшення її висоти на 0.3 мм. Експериментально встановлено, що зміни висоти зони розплаву в межах $\pm 0,5$ мм не приводять до помітних порушень параметрів ділянки кристалізації. На великому масиві експериментальних даних отримано регресійне рівняння, яке встановлює зв'язок між температурою поверхні зони в рідкій фазі та значенням її висоти.

Ключові слова: зона розплаву, висота, швидкість переміщення.

Аннотация: Экспериментально установлено характер распределения яркости излучения после образования жидкой фазы во всем объеме кристалла и при наличии зеркального отражения излучения электрода. Обоснованно алгоритм адаптивного поиска границ, который обеспечивает выделение контуров изображений сложной формы, с малыми значениями контраста и при наличии участков, яркость которых значительно превышает среднюю яркость зоны плавки. Экспериментально установлено, что увеличение вдвое скорости перемещения зоны расплава приводит к увеличению ее высоты на 0.3 мм. Экспериментально установлено, что изменения высоты зоны расплава в пределах $\pm 0,5$ мм не приводят к заметным нарушениям параметров участка кристаллизации. На большом массиве экспериментальных данных получено регрессионное уравнение, которое устанавливает связь между температурой поверхности зоны в жидкой фазе и значением ее высоты.

Ключевые слова: зона расплава, высота, скорость перемещения.

Abstract: Distribution pattern of the emission brightness after formation of the liquid phase throughout the crystal and in the presence of mirror reflection of the radiation electrode was established experimentally. The adaptive search algorithm of boundaries, which provides a selection of outlines of the images with a complex

shape, low contrast values and with areas whose brightness is considerably higher than the average brightness of the melting zone was justified.

It was experimentally found that doubling the speed of movement of the melting zone results in an increase of its height by 0.3 mm. It was established experimentally that changing of the height of melting zone within $\pm 0,5$ mm does not lead to significant violations of the parameters of crystallization section. The regression equation which establishes a connection between the temperature of the surface zone in the liquid phase and the value of its height was obtained on a large array of experimental data.

Keywords: *melted zone, velocity, zone height.*

Постановка проблеми та аналіз досліджень і публікацій

Однією з важливих технологічних проблем сьогодення є виробництво матеріалів з заданими властивостями, зокрема, напівпровідникових матеріалів. Ця проблема, безумовно, відноситься до критичних, оскільки технічний рівень суспільства значною мірою обумовлюється станом напівпровідникової електроніки, який в першу чергу залежить від розвитку технологій отримання напівпровідникових матеріалів.

Великі надії в плані отримання матеріалів високої чистоти та з програмованими властивостями пов'язуються сьогодні із застосуванням електронно-променевої технології безтигельної зонної плавки, особливо з врахуванням перспектив її перенесення в космос [1, с. 178]. Для всіх методів зонної плавки спільним є формування та повільне переміщення вузької зони розплаву вздовж твердого зразка. При цьому досягається перерозподіл домішок внаслідок того, що концентрації домішок в рідкій та твердій фазі неоднакові.

Важливими параметрами зонної плавки, що визначають якість кінцевого продукту, є висота та форма рідкої фази, а також форма ділянки кристалізації. Стабільність висоти на протязі циклу плавки є однією з головних умов, при дотриманні якої може бути забезпечена належна якість продукту. Будь-який підхід до вимірювання висоти зони розплаву базується на визначенні різниці координат її верхньої і нижньої меж.

Зауважимо, що в спеціальних технологічних режимах, наприклад, для отримання необхідного розподілу домішок застосовують метод програмованої зміни висоти зони, який полягає в тому, що на різних етапах висота зони змінюється за розрахунковим алгоритмом. У всіх інших випадках розходження між розрахунковим та реальним значеннями висоти та форми рідкої фази є однією із причин, які негативно впливають на її результат. В [2, с.81] зазначається, що асиметрія висоти зони розплаву та

пов'язана з нею асиметрія температурного поля негативно впливають на розподіл домішок по перерізу кристала – збільшують їх концентрацію на одних ділянках та зменшують на інших, приводять до погіршення якості продукту.

При цьому значення висоти та форми рідкої фази можуть залежати від швидкості переміщення зони плавки. Відсутність достовірних даних щодо вказаної залежності для найбільш перспективної електронно-променевої технології обумовлює актуальність і визначає мету та задачі даної роботи, спрямованої на створення та апробацію алгоритму визначення висоти в реальних умовах зонної плавки і встановлення функціональної залежності між висотою зони плавки та температурою її поверхні.

Експериментальні дослідження виконувались шляхом формування зображень зонної плавки за допомогою телевізійної камери OS25III з подальшим записом і програмною обробкою зображень. Камера OS25III має діапазон спектральної чутливості 0.36...1.06 мкм, формат ПЗЗ-матриці — 582×542, піксел 10.4 мкм, стабільні характеристики, обладнана вимикачем автоматичного регулювання

Дослідження впливу швидкості переміщення кристалу на висоту зони розплаву

Висоту зони розплаву можна визначати або для фіксованої координати межі, або як середнє значення висоти для певного діапазону координат межі, що передбачає виділення контурів нижньої і верхньої меж зони розплаву. Точне виділення контуру важливе як при визначенні висоти рідкої фази для будь-якої координати, так і при визначенні її середнього значення.

На рис.1а показано кристал кремнію в робочій стадії плавки, а на рис.1б розподіл сигналу в його зображенні (в умовних одиницях), який відповідає розподілу яскравості на поверхні зони розплаву.

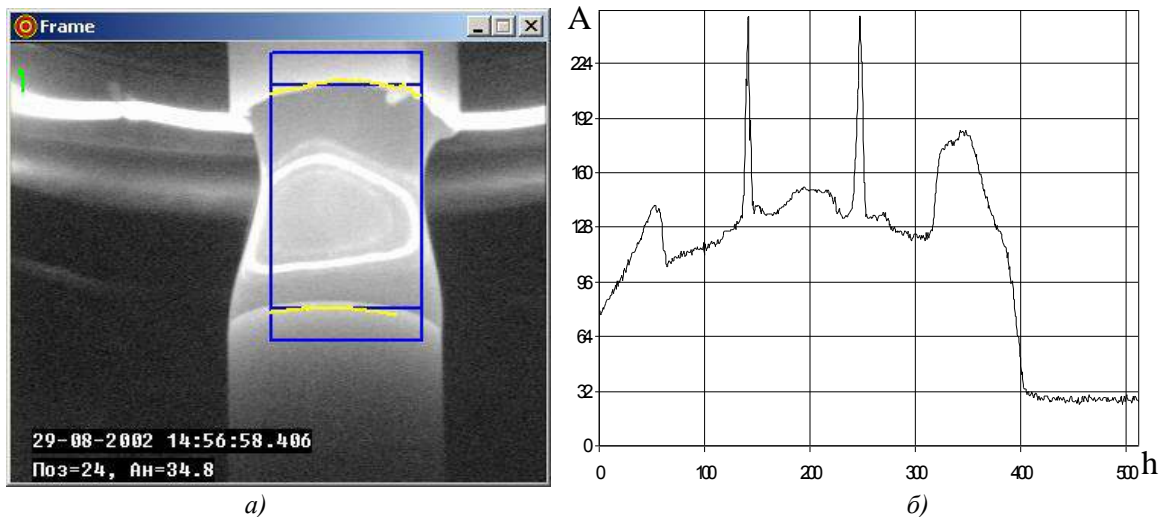


Рисунок 1— а) зображення кристалу кремнію, б) розподіл яскравості на поверхні зони розплаву

З рис. 1а видно, що між твердою і рідкою фазами, які з точки зору формування світлового потоку характеризуються постійними параметрами, розташована ділянка, яскравість якої змінюється від максимального значення до мінімального при переході з твердої фази в рідку і навпаки. Ширина ділянки обумовлена фізичними механізмами формування рідкої фази та кристалізації з розплаву. Нами експериментально встановлено, що ділянка на межі фаз має ширину близько 0.3 мм. Зауважимо, що монографії [3, с.255] вказується, що ширина ділянки кристалізації знаходиться в межах 0.15...0.35 мм. Але в будь-якому випадку ширина ділянки кристалізації визначає межу точності вимірювання висоти рідкої фази.

В ході експериментів виявлено ефект віддзеркалення випромінювання електроду. Цей ефект спостерігається тільки в рідкій фазі, картина змінюється під час руху електроду та внаслідок змін форми зони.

Логічно будувати алгоритм вимірювання висоти шляхом визначення відстані по ординаті між контрастними ділянками на верхній та нижній межах зображення, але очевидно, що поява на цій ординаті додаткових контрастних ділянок може привести до значних похибок. Уникнути цих похибок можна, застосовуючи амплітудну фільтрацію в межах рідкої фази, орієнтуючись на те, що сигнал, утворений ділянкою зображення електроду, значно більший за сигнали, утворені сусідніми ділянками. Але практична реалізація такого алгоритму визнана недоцільною, оскільки процес зонної плавки супроводжується швидкими хаотичними змінами контрастів ділянок зображення електроду.

В даній роботі виділення контурів меж провадилось з використанням розробленого в роботі [4, с.32] і модифікованого для технології зонної плавки алгоритму адаптивного пошуку меж, в основу якого покладено принцип визначення відносної зміни рівня сигналу в групі послідовно розташованих піксел. Для цього в зображенні

виділяється окремий рядок, на якому умовно формується маркер певної довжини. Маркер поділяється на дві рівні за довжиною частини і з кроком в один піксел обчислюються середні значення сигналів на кожній з цих частин. Якщо різниця середніх значень перевищує задану величину, вважають, що середина маркера знаходиться на межі. Отже, задача виділення контурів зображень зводиться до визначення відносних перепадів сигналу по вибраній групі послідовних піксел. Якщо зображення являє собою двовірний масив даних, то і виявлення точок відносних перепадів сигналу провадять за напрямком рядкової розгортки, послідовно заповнюючи зображення зони лініями розгортки та ініціюючи два незалежних маркера. Таке рішення забезпечує швидке визначення контуру межі.

Як видно з рис. 1а, контури меж (жовта лінія) виділяються навіть при наявності завад у вигляді яскравих кілець на поверхні зони, обумовлених дзеркальним відбиттям випромінювання електроду. Компенсація дзеркального відбиття успішно здійснювалась саме адаптивним алгоритмом, що свідчить про ефективність його застосування для зображень складної форми, з малими значеннями контрасту та за наявності ділянок, яскравість яких значно перевищує середню яскравість зони плавки.

В даній роботі експерименти проведені зі швидкостями плавки 50 мм/год і 100 мм/год, а система координат на поверхні кристалу вибрана таким чином, що нижня сторона прямокутника, який виділяє зону розплаву, відповідає координаті $X = 0$ мм. Висота рідкої фази обчислювалась в пікселях h_z і в міліметрах h як різниця середніх значень координат X_n та X_b в межах прямокутного фрагменту.

Для переходу до лінійних одиниць необхідно визначити масштабний коефіцієнт k_M . Виходячи з конструктивних особливостей вакуумної камери для електронно-променевої технології плавки в якості об'єкта, лінійний розмір Y_0 якого відомий, вибрано елемент фіксатора кристалу розміром

$Y_0=2.05$ мм. Якщо Y_0' — розмір зображення фіксатора кристалу в пікселях, то $k_M = \frac{Y_0'}{Y_0}$, пкс/мм.

В даному експерименті $k_M=12$ пкс/мм.

Встановлено, що збільшення швидкості переміщення вдвічі приводить до збільшення висоти зони розплаву на 0.3 мм (з 12.2 мм до 12.5 мм), що не привело до помітних порушень технологічного режиму.

Регресійний аналіз зв'язку між температурою і висотою зони розплаву

Виходячи з викладеного вище аналізу факторів, які впливають на формування параметрів

зони розплаву, можна припустити, що між температурою T і висотою h зони розплаву наявний функціональний зв'язок регресійного типу. Можливість застосування методу регресії в даному випадку базується на припущенні про постійну природу випадкової складової, тобто на припущенні, що причиною випадкових змін температурного поля, які, в свою чергу, приводять до локальних змін висоти зони, є флуктуації електронного пучка та конвекція.

Введемо поняття середньої температури лінії T_L , визначивши його, як середнє значення температур T_k сукупності елементів поверхні, що формують векторну матрицю відліків

$$T_L = \frac{h}{\Delta y} \sum_{k=1}^{\Delta y} T_k \quad (1)$$

де k — кількість елементів матриці,

Δy — розмір елемента.

Використовуючи алгоритм визначення висоти та формулу (1), будемо кореляційне поле зв'язку $h(T_L)$, на якому задаємо регресійну залежність.

З попередніх експериментальних результатів можна зробити припущення про лінійність регресійної функції $h(T_L)$. Отже, рівняння, яке визначає систематичну складову зв'язку між h і T_L матиме такий вигляд

$$\hat{h} = \hat{a} + \hat{b}(T_{Li} - T_L) \quad (2)$$

$$\hat{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (3)$$

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \hat{a})(T_i - T_L)}{\sum_{i=1}^n (T_i - T_L)^2} \quad (4)$$

$$T_L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{Li} \quad (5)$$

де n — кількість відліків висоти зони,
 T_{Li} — середня температура лінії, визначена в одному із відліків за формулою (1).

Для оцінки адекватності теоретичних і експериментальних залежностей використовується експериментальне значення критерію Фішера [5, с.112]

$$F_e = \frac{n \cdot m \sum_i [\bar{h}_m - \hat{a} - \hat{b}(T_{Li} - T_L)]^2}{(n-2) \sum_i \sum_j (h_{ij} - \hat{h}_i)^2} \quad (6)$$

$$\bar{h}_m = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m h_{ij}$$

де m — кількість незалежних вимірювань значення h_i .

Значення F_e співставляється з теоретичним F_m , яке знаходиться за таблицею при заданій довірчій імовірності P_0 . Входами в таблицю є параметри $q_1=n-d$ та $q_2=n(m-1)$, d — кількість коефіцієнтів рівняння теоретичної регресії. При $F_e < F_m$ регресійна модель адекватна.

В таблиці 1 представлені результати аналізу розподілу температури (в умовних одиницях) і висоти зони розплаву в пікселях за один цикл ($m=1$) з 6 окремих вимірювань. В таблиці також наведені величини залишків $\Delta = \hat{h} - h_i$.

Таблиця 1.—Експериментальні результати.

n	1	2	3	4	5	6
T_d	1695	1715	1725	1710	1735	1730
h_i	135	137	139	135	141	140
\hat{h}	134.6	137.1	138.9	136.3	141.4	139.7
Δ	+0.4	-0.1	+0.1	-1.3	-0.4	+0.3

Скориставшись формулою (1), отримаємо рівняння регресії

$$\hat{h} = 138 + 0.86(T_d - 1718) \quad (6)$$

Сума квадратів залишків 2.02. Експериментальне значення критерію Фішера $F_e=1.5$, теоретичне — $F_m=3.8$ для $P_0 = 0.95$ при $n=6$, $m=1$.

Оскільки певні технологічні цикли зонної плавки передбачають зміну висоти в циклі, то отримана залежність може бути використана для прогнозування температурного режиму в циклі.

Висновки та перспективи подальшого розвитку досліджень

Експериментально встановлено характер розподілу яскравості випромінювання поверхні після утворення рідкої фази в усьому об'ємі кристалу та при наявності дзеркального відбиття випромінювання електроду.

Експериментально встановлено, що збільшення вдвічі швидкості переміщення зони розплаву приводить до збільшення її висоти на 0.3 мм.

Експериментально встановлено, що зміни висоти зони розплаву в межах $\pm 0,5$ мм не приводять до помітних порушень параметрів ділянки кристалізації.

На великому масиві експериментальних даних отримано регресійне рівняння, яке встановлює

зв'язок між температурою поверхні зони в рідкій фазі та значенням її висоти.

Отримані результати можна використати на етапі планування подальших досліджень з метою встановлення діапазону швидкостей переміщення зони плавки, в якому забезпечується дотримання розрахункового технологічного режиму плавки.

Список літератури

1. Патон Б.Е., Лапчинский В.Ф. Сварка и родственные технологии в космосе.—К.: Наукова думка, 1998.—178 с.

2. Червоный И.Ф. Перспективы развития технологии выращивания высокочистых монокристаллов кремния методом безтигельной зонной плавки // *Металлургическая и горнорудная промышленность*.—1998.—№2.—С.79-83.

3. Пфанн В. Зонная плавка.— М.: Мир, 1970.— 366 с.

4. Порев В.А., Порев Г.В., Кисиль Р.І. Виділення контурів зображень складної форми методом радіальної розгортки // *Методи та прилади контролю якості*.—2000.—№6—С.32-36.

5. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин.—Л.:Наука, 1985.—112 с.

УДК 004.75, 004.724.2

Порев Геннадій Володимирович*доктор технічних наук, старший науковий співробітник
доцент кафедри інтелектуальних та інформаційних систем
Київського національного університету ім. Тараса Шевченка***Порев Геннадий Владимирович***доктор технических наук, старший научный сотрудник
доцент кафедры интеллектуальных и информационных систем
Киевского национального университета им. Тараса Шевченко***Gennadiy V. Poryev***D.Sc., Senior scientific worker**Associate Professor at Intellectual and Information Systems
Taras Shevchenko National University of Kiev*

**ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ ЦИБУЛЬНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ ФАЙЛОВОГО ОБМІНУ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЕЙ ЛУКОВИЧНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ ФАЙЛОВОГО
ОБМЕНА
FACILITATION OF THE PEER-TO-PEER FILE SHARING IN ONION NETWORKS**

Анотація: Розглянуті передісторія та сучасний стан однорангових файлообмінних та анонімних мереж. Здійснено спробу концептуально поєднати ці дві технології в рішення, придатне для використання як файлообмінний інструмент в цибульних мережах, надано схему можливої референтної реалізації, опис життєвого циклу та міркування з розробки.

Ключові слова: цибульна маршрутизація, файлообмінні мережі

Аннотация: Рассмотрены предыстория и современное состояние одноранговых файлообменных и анонимных сетей. Выполнена попытка концептуально объединить эти две технологии в решение, приемлемое для использования как файлообменный инструмент в луковичных сетях, предложена схема возможной референтной реализации, описание жизненного цикла и размышления о принципах разработки.

Ключевые слова: луковичная маршрутизация, файлообменные сети.

Abstract: The background and current state of the p2p file sharing and anonymous networks are considered. In an attempt to merge the two technologies into the file sharing solution usable with onion router network, the possible reference implementation, lifecycle description and design guidelines are provided.

Keywords: onion routing, file-sharing networks

Introduction

Any major technological advance in the history of mankind causes propagating ripples in the behavioral, social, informational and political practices of the society. Internet is no exception. In fact, of all technological advances we know, the impact of Internet-related technologies is comparable to that of electricity and nuclear power. The very existence of the global networks allowing the information to spread worldwide almost instantly had shaped and reformed the way humans think, feel, plan, and behave. And the Internet surely continues to do so, driving humanity ever more mobile and immersed in the world of information.

The focus of this discourse is to take a closer look at the two technological niches, mature and proven as they are in the field, and try to see the how they can be merged together to the benefit of the users.

Slice One: Peer-to-Peer

The last decade had showed the emergence of the peer-to-peer technologies in the form of overlay networks, most of them designed to facilitate file-sharing. By peer-to-peer networks we understand a multitude of independent peering nodes arbitrarily connected to each other to form a mesh structure and using the Internet as their transport layer.

The technology spawned several notable applications, namely BitTorrent and many other file-sharing peer-to-peer networks, various DHT implementations,

distributed messaging and backup solutions etc. According to estimates by CISCO-VNI, peer-to-peer networks are responsible for the greatest single portion of the Internet traffic worldwide, surpassing streaming video and VoIP applications combined.

To narrow the scope of our research we consider the standard BitTorrent implementation as the model to follow in the environment discussed further. The general principle characteristic of all peer-to-peer file-sharing networks, including BitTorrent is the ability to deliver large files to a number of interested nodes without utilizing the client-server architecture. The file is usually split to a parts, each part is then uploaded to a different peer node in the connected swarm so that they may then exchange missing parts with each other to recover the original file on each node independently. Unlike in a client-server scheme, the peer-to-peer file sharing as a content delivery solution is more fault-tolerant and scalable, less expensive, requires little to no infrastructure, and thus less likely to be controlled by a single party.

Slice Two: Shadow Network

The Internet being the product of scientific community was born with inherent freedom spirit. The infrastructure is only slightly governed and is kept from being monopolized, the standards are public and the free and open source software dominates the network environment to a great extent.

In keeping up with the spirit and in order to counter various government's efforts to control and monitor not only the access to the network but the information flow itself the need and right to remain anonymous is more important than ever.

So far the peak technological advance in the field of being anonymous on the Internet is TOR, The Onion Router. TOR is a peer-to-peer network that redirects and forwards client connections in a heavily encrypted manner so that both the originating user's identity is kept unknown to a server and a whereabouts of a hidden service is unknown to its users.

Despite the several timing and measuring attacks being developed to compromise TOR, it is still the most reliable solution if handled in full knowledge and great care.

Each TOR node runs a combination any of the four instances

1. an entry node that serves client connections via SOCKS protocol;
2. an exit node that serves as a gateway between TOR and Clearnet (Internet outside TOR), sends other client's requests to the Clearnet hosts and forwards their reply back into TOR;
3. a router node that forms the TOR;
4. a hidden service node that implements a port forwarding under the internal TOR-specific alias to facilitate hosting of various services only available from within TOR, so called Darknet.

Of all four roles only the third is mandatory for each TOR node, the other three are optional and up to the node operator.

The Namespaces

Not being anonymous on the Internet usually refers to the ability of the law enforcement agencies together with cooperating Internet service providers being able to trace any Internet activity of the user back to his or her identity and location. This is usually done by recording the IP address from which the activity occurred and since every allocated public IP range has the assigned responsible legal entity, it is easy to eventually find out which users did what they did.

Of course, there were means to prevent that even before TOR existence. Using proxies, VPN connections, hacked "boxes" and shells may to some extent obscure the origin IP from being traced, but all these were to be set up manually, hard to support and sometimes costly to maintain.

TOR made most of these techniques obsolete, offering essentially "all-in-one out-of-the-box" kind of solution. In order to do so efficiently, the design of the TOR explicitly excluded IP address space from consideration within the user experience.

An addressable TOR resource is referred to by the 16-character hostname under the internally emulated domain ".onion". The hostname is generated cryptographically to prevent spoofing; and each .onion hostname identity is protected by the public-private key pair by the domain's owner. Only those owners with access to the key pair may setup a port forwarding service under this hostname.

Therefore all communication within TOR, i.e. between TOR users and TOR hidden services is done

by specifying the onion hostname in the SOCKS request, letting TOR interface do the emulated "DNS resolution" to find out the path to the correct node.

This effectively excluded IP numbering from TOR user experience except for the fact that adjacent TOR nodes connect to each other by TCP/IP protocols, but the overlay mesh construction is such that only immediate neighbors are visible.

Combined with the multilayer encryption intended to protect the traffic from inspection at every transiting node except the exit nodes this creates virtual namespace of onion hostnames in the anonymous overlay network.

On the other hand, knowing the IP numbers of all the peer nodes is essential for the correct functioning of the BitTorrent. In fact, a variety of special techniques are employed in BitTorrent clients to ensure IP-to-IP connectivity for nodes behind NAT firewalls, such as UPNP support, STUN servers, port forwarding, NAT piercing etc.

Shadow P2P

Given the aforementioned, it is obvious that simply running BitTorrent through TOR has no sense. Most if not all file-sharing peer-to-peer networks require knowledge of IP addresses of at least some of the swarm members in order to operate.

TOR can only be used in BitTorrent as a proxy server, but this also has no sense, since not being able to receive incoming connections usually prevents file-sharing from operating at full speed. Also, BitTorrent clients would readily report their public IP addresses to the tracker or into DHT, if enabled. Therefore, obscuring its outbound connections via TOR would only slow them down seriously, pollute TOR with garbage traffic and is not guaranteed to work at all.

Also, when BitTorrent uses TOR as SOCKS proxy, it flows huge data loads through TOR while forsaking its anonymity functions by reporting the original IPs via tracker calls or peer exchange. In addition, it is completely oblivious of peers inside TOR, if there's any.

Yet there is a need for decentralized, fault-tolerant and scalable method for content delivery even within the Darknet. Typically, the problem is solved today by hosting a content on an either TOR or Clearnet host accessible by HTTP, invoking the same client-server bottleneck issues, only worsened in case of TOR hosting.

Hence the TOR-specific solution must be a hybrid, utilizing BitTorrent-like protocol adapted for onion namespace. The following sections considers one possible architecture for such solution.

TORT

TORT (TOR Torrent) aims to fill the niche for BitTorrent inside TOR and provide reliable and simple means of anonymous file sharing. TORT should be able to facilitate generic file sharing as follows: a) Putting a file for anyone from inside TOR to download and share; b) Downloading a file via TOR by means of peer-to-peer connections inside TOR.

Since there should not be any notion of the IP addresses inside TOR, each participating node in the swarm should have its own .onion identity (hostname).

The way to get it is well documented on the official TOR site.

Peer-to-peer connections are therefore made exclusively in terms of identities. A TORT instance is asking its local TOR node to make a connections to a specific identity to facilitate data transfer.

Unlike in Clearnet, an incoming connection through "hidden service" entry does not indicate the identity of the remote party and it is voluntary for the incoming client to specify it.

In this circumstances it is considered vital to encourage fair file sharing by allowing bulk data transfer only on an outgoing connections to the participating TOR identity.

The unit of publication in TORT is a single file with UTF-8 null-terminated name and size in octets expressed as unsigned 64-bit integer.

Handling complex directory structure within the unit of publication is beyond the scope of the reference implementation, especially when there is already a well-proven solutions for that such as TAR.

The file is read by blocks of 1 MiB (1048576 bytes), the last block is padded with zeroes if necessary. Maximum number of blocks in current TORT protocol revision is 2^{16} , which defines maximum file size as 64 GiB.

The SHA-224 digest (28 bytes) is calculated of each block. These are called file hash map (FHM). All digests consisting the FHM are then placed consecutively and SHA-224 is again calculated on all of them. This is called file identity (FI). FI and FHM of the file are stored in the metadata of its publication and FI represent the publication uniquely among others.

While negotiating the block transfer, the TORT instance should be aware of what blocks it has and what blocks it is interested in. The presence of blocks in locally stored file is verified by calculating its FHM and comparing them against known FHM. The result of the comparison between FHMs is represented as bit map, where first block is represented by the first bit (least significant in the first octet of the bit map), eighth block is represented by the most significant bit of the first octet, ninth block is represented by the first bit in the second octet and so on. Bit maps are transferred between TORT instances to negotiate data transfers.

Below is a simplified description of the lifetime stages a publications is going through. Much like in BitTorrent, the identity that handles distribution of complete publication is called seeding identity, while those not having complete file are called leeching ones. All of them comprise a swarm.

1. TORT instance is given a file and publication metadata (name, size, FI, FHM) is created and stored locally;

2. FI is published by the author (at early stages of TORT development, the seeding identity is also published, but DHT will take it over later);

3. other TORT instances are given the FI and seeding identity and initiate connection to it;

4. seeding identity records the leeching identities of all incoming connections that expressed interest in this FI and stores them locally in a temporary storage;

5. seeding identity decides what blocks to give to what leechers and make connections to their identities;

6. with each connection a block is being sent along with the list of all identities who have expressed interest in this FI;

7. leeching identities will then make additional connections to each other to facilitate exchange of the missing blocks;

8. all blocks are exchanged with all interested identities, active bulk transfer is ceased, each identity records the list of each other;

After the last stage, any user of any TORT instance which participated in the swarm can republish the FI and its identity so that a new participant can join the swarm even if the original author's identity is offline.

Protocol design

Each connection between TORT instances is handled by unified messages. A message starts with protocol version, message type, payload length and optional payload. Below is the list of basic TORT message types.

- **DECLARATION** contains the identity of the originator, FI concerned and, optionally, its bit map as present on the originator instance. The bitmap may be absent from the **DECLARATION** if the originator node does not know anything about file besides its FI.

- **NOIDENT** claims that FI specified in any of the preceding received message is not known at local TORT instance.

- **WELCOME** acquires the remote TORT instance as a member of the swarm for given FI and gives it a list of known identities of the swarm, FHM, file name and size.

- **FILE** claims the intent of the originator instance to start sending blocks of file through the same connection.

- **QUIT** asks connection to be terminated unconditionally.

- **READY** means the instance is ready to accept blocks of file of negotiated FI.

- **BLOCK** contains FI, block number and block data.

Below is the description of the protocol sequences employed by TORT. All instances interested in particular FI should connect to the seeding instance and send **DECLARATION** message with their own identities, FI and its optional bit map.

First ever **DECLARATION** sent will not contain bitmap because the originator knows nothing of the file except its FI. The seeding instance will answer with either **NOIDENT** message if the FI is not known there or with **WELCOME** message, providing the list of leeching identities declared before this one. In any state of the connection, each **DECLARATION** message should be answered with either **NOIDENT** or updated **WELCOME** message.

It is up to seeding instance to decide what blocks to send to what swarm members. When it decides to do so, a connection should be made if not already con-

nected. Over this connection a DECLARATION message should be send followed by FILE message. If the remote instance decides to refuse, it should reply with QUIT message and the connection should then be closed. If the remote instance is willing to accept it should respond with updated WELCOME message followed by READY message.

Upon receiving READY message, the originator should send the block data within BLOCK message. After completion, the leeching instance should respond with updated DECLARATION message, expecting updated WELCOME.

УДК 621.311

If no blocks is left to transfer, either instance should issue QUIT message and terminate the connection.

Conclusion

We believe that the TORT protocol reference implementation discussed and outlined above has the potential to fill the gap in the spread of the file-sharing technologies for the onion router networks.

This also provides good insight into building reliable peer-to-peer systems within any kind of distributed overlay networks where addressable namespaces differ from that of IP-based Internet.

Сайчук Ю. С.

магістрант

Чернецька Ю. В.

Замулко А. І.

канд. техн. наук, доцент

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Y.S Saychuk

undergraduate

Y.V. Chernetska

A.I Zamulko

PhD. tehn. Sciences, Associate Professor

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute"

Аналіз ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ З ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ ANALYSIS OF QUALITY OF SERVICE ELECTRICITY

Анотація: У статті досліджуються вимоги європейського законодавства до оцінювання надійності систем розподілу електричної енергії, використання стимулюючого регулювання; аналізується ситуація на роздрібному ринку електроенергії України з точки зору оцінювання якості надання послуг з електропостачання; розробляються пропозиції щодо гармонізації українського законодавства з європейським згідно вимог третього енергетичного пакету.

Ключові слова: якість послуг з електропостачання, надійність, SAIDI, SAIFI, ENS, стимулююче регулювання, Outage management system (OMS),

Анотация: Для обеспечения интеграции объединенной энергосистемы Украины (ОЭСУ) с объединенной энергосистемой Европы (ENTSO-T) необходимо обеспечить выполнение требований европейского законодательства в сфере энергетики, в частности требований 3 энергетического пакета. С целью использования стимулирующего регулирования в статье проводится анализ качества предоставления услуг по электроснабжению, регулирования качества электроснабжения с использованием показателей непрерывности электроснабжения SAIDI, SAIFI, ENS.

Ключевые слова: качество услуг по электроснабжению, надежность, SAIDI, SAIFI, ENS, стимулирующее регулирование, Outage management system (OMS).

Annotation: In order to ensure the integration of the united energy system of Ukraine (UESU) with the united energy system of Europe (ENTSO-T) is necessary to provide compliance with the requirements of European legislation in the energy sector, in particular the requirements of the third energy package. In order to use stimulating of regulation in the article make analyze of service quality of power supply, power quality control using the power of continuity indicators SAIDI, SAIFI, ENS.

Keywords: quality of power supply, reliability, SAIDI, SAIFI, ENS, incentive regulation, Outage management system (OMS).

Постановка проблеми. Згідно Закону України «Про житлово-комунальні послуги» електропостачання - цілодобове забезпечення споживача електричною енергією належної якості, що подається в необхідних обсягах до приєднаної мережі в житлове приміщення. З іншого боку Закон України «Про електроенергетику» включає постачання

електричної енергії як господарську діяльність, пов'язану з наданням електричної енергії споживачеві за допомогою технічних засобів передачі та розподілу електричної енергії на підставі договору. Проте, у Законі України «Про житлово-комунальні послуги» наголошується, що комунальні послуги, до яких належить і електропостачання, надаються

споживачам безперебійно, виключно за винятком часу перерв на проведення ремонтних і профілактичних робіт і ліквідацію наслідків аварій.

На даний момент у питанні якості надання послуг з електропостачання Україна значно поступається індустріально розвиненим країнам, що пояснюється технічним станом розподільчих мереж. Так, за оцінками, середній рівень зношеності об'єктів енергетики деяких електропередавальних організацій (ЕПО) становить 60% і більше [2]. Поряд з фізичним зносом електромереж відбувалось їхнє моральне старіння. Технічний рівень більшості підстанцій відповідає аналогічному 30 – річної давності у розвинених країнах. Недостатній розвиток інфраструктури стримує розвиток ринку та обмежує можливість організації безперебійного і якісного електропостачання. Крім того, 24.09.2010 Україна стала членом Європейського енергетичного співтовариства (ЄЕС) і зобов'язується дотримуватись нормативів, стандартів і технічних регламентів ЄЕС:

- Директива 2009/72/ЄС, що встановлює правила роботи на внутрішніх ринках електроенергії, права та обов'язки електропостачальних компаній та їх споживачів.

- Стандарт EN 50160 що регулює якість електричної енергії (безперервні явища), нормує і оцінює випадкові явища (переривання і провали напруги).

- Стандарт IEEE 1366 «Керівництво по показникам надійності електропостачання» регламентує основні показники якості електропостачання, методи їх розрахунку, їхнє обґрунтування. Норми цих показників встановлює Регулюючий орган відповідно до рекомендацій ACER.

Якість електропостачання є невідомою частиною розвитку ринкових умов в електроенергетиці України і її економіці. Тому, цьому питанню приділяється значна увага. Зокрема, після вступу України до Європейського енергетичного співтовариства, виникла необхідність спрямувати діяльність постачальників на підвищення якості електропостачання відповідно до вимог ЄС з урахуванням вже існуючого досвіду з цього питання.

Аналіз досліджень і публікацій. Слід зазначити, що основною ідеологією здійснення регулювання в електроенергетичній галузі, зокрема, з питань підвищення якості електропостачання, є запровадження ефективної системи моніторингу відповідних показників. Стандарт IEEE 1366 передбачає для проведення аналізу та запровадження відповідної системи управління використання ряду показників, а саме: SAIDI, SAIFI та інші. Ці показники є якісним та зручним інструментарієм моніторингу надійності електропостачання, що дозволяє пов'язати між собою якість електропостачання та вартісні показники електричної енергії, а також забезпечити запровадження стимулювання якості електропостачання і перейти до стимулюючого регулювання [4].

Зокрема, як відзначається в [5, 6] зазначені показники можуть стати базою для проведення економічної оцінки надійності електропостачання підприємств, вони дозволяють проводити практику стимулювання якості електропостачання, розробляти інвестиційні програми, також за їх допомогою проводяться задачі оптимального секціонування розподільчих мереж, різноманітні задачі підвищення ефективності функціонування ЕПО [7, 8].

Питаннями надійності розподільчих електричних мереж займаються вчені В.В. Зорін, В.Л. Прусс, В.В. Тисленко, В.В. Козирський, І.А. Будзко, Н.М. Зуль., В.А. Попов та інші. Добре відомі праці таких зарубіжних авторів, як Р. Біллінтон, Р. Аллан, Дж. Ендрені та ін.

Комерційною якістю займаються такі вчені А.В. Праховник, А.В. Гінайло, І.М. Блоцаневич, Г.І. Гримуд, К.В. Ущуповський, П.О. Сергієнко, В.І. Васильченко, І.В. Сахарова.

Цікавим є досвід промислово розвинених країн, де вже протягом тривалого часу регламентуються не тільки номенклатура показників надійності, а і їх граничні значення. Це сприяло тому, що ЕПО цих країн оснастили свої розподільчі мережі відповідним комутаційним обладнанням та створили системи моніторингу і керування надійністю (Outage management system (OMS)). Крім того, зазначене підштовхнуло світових лідерів з виробництва електротехнічної апаратури до створення власних варіантів реалізації подібних систем.

Постановка завдання. Метою даної роботи є проведення аналізу показників, що характеризують якість надання послуг з електропостачання ЕПО України, аналіз регулювання якості послуг з електропостачання та формулювання пропозицій щодо системи моніторингу показників безперебійності електропостачання.

Основна частина. У 2011 році Національною комісією регулювання електроенергетики України була прийнята постанова від 17.02.2011 № 232 «Про затвердження форм звітності № 17-НКРЕ (квартальна) „Звіт щодо показників надійності електропостачання” та № 18-НКРЕ (квартальна) „Звіт щодо показників комерційної якості надання послуг” та інструкцій щодо їх заповнення», що регламентує форми регулярної звітності відносно показників надійності електропостачання. Зазначена постанова стала певною точкою відліку для запровадження стимулюючого регулювання у 2013 році та проведення 1(надо расшифровать) регуляторного періоду до 2016 року. Данна практика відповідає аналогічній у більшості країн світу, але це лише перший крок на шляху розв'язання проблеми забезпечення надійного електропостачання споживачів.

Найважливішим кроком у розв'язанні цієї задачі є здійснення технічної модернізації, автоматизації електромереж та впровадження системи, аналогічної OMS, яка здатна забезпечити підготовку об'єктивних даних для розрахунку показників надійності та їх оптимізації.

Стимулююче регулювання (RAB-регулювання) являється системою тарифоутворення на основі довгострокового регулювання тарифів, вона спрямована на залучення інвестицій для будівництва та модернізації інфраструктури електричних мереж, стимулювання ефективності витрат електророзподільних компаній.

Метод тарифоутворення RAB (Regulatory Asset Base - регульована база інвестованого капіталу), що входить до стимулюючого регулювання, - це система формування тарифів, заснована на принципі забезпечення повернення вкладених інвестицій, отримання доходу на інвестований капітал і покриття витрат організації. Введення даного методу дозволить залучити інвестиції на довгостроковій основі, з їх гарантованим поверненням протягом тривалого періоду - 35 років. При цьому методі тарифоутворення відбувається значний щорічний приплив інвестиційних ресурсів в енергетику регіонів при обмеженому зростанні мережевих тарифів.

Переваги нової системи регулювання незаперечні: створюються умови для залучення інвестицій з урахуванням потреб регіону в розвитку електромережевого комплексу та підвищення надійності енергопостачання, з'являються стимули для зниження витрат і операційних витрат мережевих компаній, тарифи прив'язуються до рівня надійності та якості обслуговування споживачів.

Стимулююче регулювання вводиться відповідно до стратегічних документів ЄС, Уряду:

- Директива 2009/72/ЄС у частині виконання зобов'язань щодо запровадження принципів стимулювання при реалізації тарифної політики;
- Законом України "Про внесення змін до Закону України «Про природні монополії» від 24 червня 2012 року № 4998-VI;
- Планом заходів з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку "Україна-2020" у 2015 році, затвердженого розпорядженням КМУ від 4 березня 2015 р. № 213-р.

Стимулююче регулювання зазвичай вимагає спеціальних механізмів, які б запобігали зниженню якості послуг з електропостачання.

Важливим елементом в системі стимулюючого регулювання є забезпечення належного державного контролю процесами як за впровадженням, так і подальшого функціонування системи. Зокрема, слід зазначити, що державний контроль у цьому випадку розподіляється на дві складові:

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), проводять моніторинг якості електропостачання;

Державна інспекція з енергетичного нагляду за режимами споживання електричної і теплової енергії (Держенергонагляд) здійснює державний нагляд (контроль) за технічним станом електричної мережі ЕПО.

Регулювання якості послуг в електроенергетиці здійснюється за трьома основними напрямками регулювання:

– надійності (безперервності) електропостачання, яка характеризується тривалістю і кількістю перерв в електропостачанні;

– комерційної якості послуг, яка характеризується якістю взаємовідносин між постачальником і споживачем;

– якості електроенергії, яка характеризується рівнем напруги електроенергії, частоти, перенапруги тощо у відповідності до ДСТУ 13109-97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення».

Виходячи із вище сказаного, з метою гармонізації законодавства України у сфері енергетики з законодавством Євросоюзу була Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики, прийнята постанова 25.07.2013 №1015 «Про затвердження форм звітності № 17-НКРЕ (квартальна) "Звіт щодо показників надійності електропостачання" та № 18-НКРЕ (квартальна) "Звіт щодо показників комерційної якості надання послуг" та інструкцій щодо їх заповнення», яка покликана посилити контроль за якістю надання послуг з електропостачання.

Дана постанова передбачає формування та викристання наступних форм:

- № 17-НКРЕ (квартальна) «Звіт щодо показників надійності електропостачання»;
- № 18-НКРЕ (квартальна) «Звіт щодо показників комерційної якості надання послуг» та інструкцій щодо їх заповнення.
- У постанові формою 18-НКРЕ визначаються такі показники надійності електропостачання:
 - індекс середньої тривалості довгих перерв в електропостачанні в системі SAIDI;
 - індекс середньої частоти довгих перерв в електропостачанні в системі SAIFI;
 - розрахунковий обсяг недовідпущеної електроенергії – ENS.

Також було змінено процедуру збору первинної інформації, її обробки та надання звітності. Змінено порядок реєстрації інформації, необхідної для розрахунку показників надійності електропостачання. Так, ЕПО у своїх звітних даних повинні подати усю необхідну інформацію про перерви у електропостачанні, а саме:

- дата та час початку та кінця перерви
- причина (відповідно до класифікації)
- рівень напруги
- назва обладнання, через відмову якого

сталось переривання

- кількість відключених точок продажу

Кожен підрозділ ЕПО заповнює таблицю де вказується:

- загальна інформація щодо точок продажу електроенергії на рівні напруги 0,4 кВ;
- загальна інформація щодо точок продажу електроенергії на рівні напруги 6-154 кВ;
- технічна характеристика електричної мережі на рівнях напруги 6-154 кВ;
- реєстр перерв в електропостачанні (щомісячно).

Із зазначених даних формується звіт щодо показників надійності електропостачання (показники SAIDI, SAIFI, ENS, MAIFI з розподілом

залежно від причини відключення, рівня напруги, типу території).

Схема підговки та опрцювання даних показана на рисунку 1

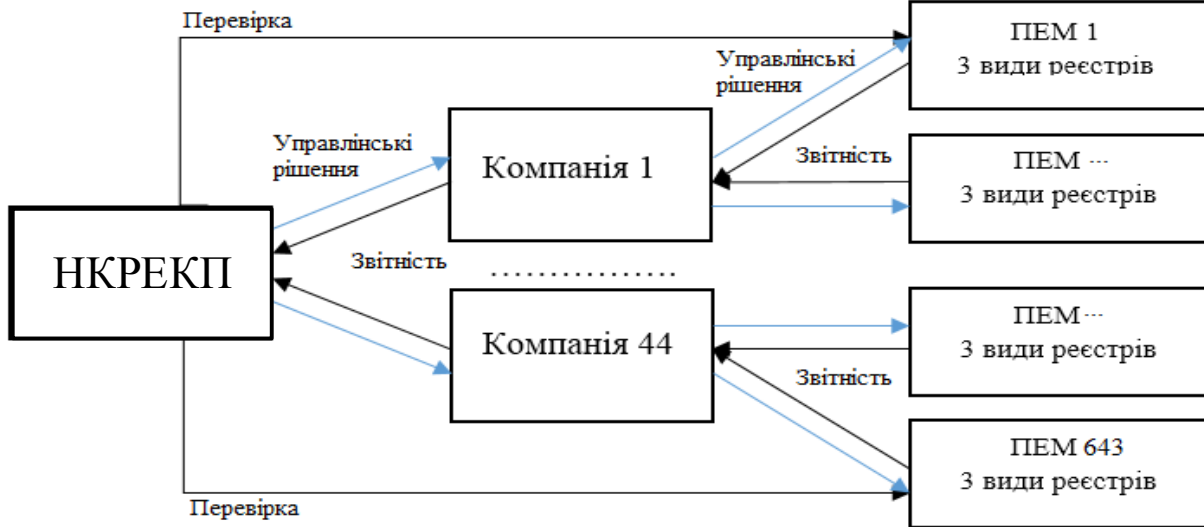


Рисунок 1 Схема підговки та опрцювання даних

Значення індексів SAIDI (з вини компаній – планових без попереджень переривань та переривань, пов'язаних з технологічними порушеннями в електропостачанні) й граничний відсоток послуг та відповідей на звернення громадян, наданих з перевищенням встановленого терміну виконання по кожному ліцензіату визначається постановами НКРЕКП.

Застосування індексів якості електропостачання – важливий крок на шляху гармонізації українського законодавства з європейським. На цей час вони ведуться у більшій мірі для статистики, реальні і дієві механізми для регулювання цих показників лише вводяться.

Слід зазначити, що в Україні існує ряд показників, моніторинг яких здійснюється Міненергоугілля та Держенергонаглядом відповідно до вимог наказу міністерства палива та енергетики України від 09.06.2005 № 255 «Про затвердження Інструкції про розслідування і облік технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України» (звіт про технологічні порушення на електростанціях і в мережах (форма 16-Енерго).

Інструкція встановлює єдиний порядок і вигоди до розслідування та обліку технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України, а також запроваджує єдині підходи до класифікації аварій та відмов.

Згідно інструкції заповнюється «Звіт про технологічні порушення на електростанціях і в мережах», у ньому вказуються дані по аварійному недовідпуску електроенергії електростанцій, кількості відмов устаткування електричних мереж та їх класифікаційна група. До звіту (форма 16-Енерго) додається «Відомість про технологічні порушення на

енергопідприємствах», де вказуються відмови і недовідпуск по енергопідприємствам згідно з переліку суб'єктів і об'єктів електроенергетики у додатку інструкції.

Так, в 2015 році на об'єктах електроенергетики та в об'єднаній енергетичній системі України відбулося [9] : 160 тис. технологічних порушень в роботі енергоустановок; 3,7 тис. відключень підстанцій та повітряних ліній електропередачі напругою 35-154 кВ; 46 відмов I та II категорії в роботі енергетичного обладнання.

Рік	Кількість відмов I та II категорії в роботі енергетичного обладнання	Недовідпуск електричної енергії, млн. кВт·год
2013	48	3,88
2014	45	10,1
2015	46	0.95

На обладнанні розподільчих мереж 10 (6) кВ електропередавальних організацій за 2014 рік виникло 43,7 тис. технологічних порушень цехового обліку (на 6530 технологічних порушень менше, ніж у 2014 році) з недовідпуском електричної енергії споживачам 37,3 млн кВт·год (на 397 тис. кВт·год більше, ніж у 2014 році).

За 2015 року виникло понад 115 тис. технологічних порушень на обладнанні напругою до 1 кВ (на 5334 менше, ніж у 2014 році) з недовідпуском 7 млн кВт·год (на 1558 тис. кВт·год більше, ніж у 2014 році).

Загалом між показниками, які використовуються формою 16-Енерго та 18-НКРЕ можна помітити взаємозв'язок, зокрема, між показниками SAIFI та кількістю відмов, недовідпуску електроенергії та ENS. Зазначений зв'язок визначний за коефіцієнтом кореляції, навіть в умовах обмеженості

інформації, становить від 0,3 до 0,9. Показник SAIFI, по суті, являє собою усереднену кількість відмов у електропостачанні, у деяких країнах замість нього використовують показник CI (Customer Interruptions), що позначає кількість перерв у електропостачанні. ENS (Energy not supplied) показує невідпуск електроенергії у мережі.

Основною відмінністю між показниками форм 16-Енерго та 18-НКРЕ є їх область застосування та призначення. Показники форми 16-Енерго використовуються Держенергонаглядом для аналізу технічного стану електричних мереж і визначаються для підприємств, що зазначені у інструкції, тобто для електрогенерувальних компаній та енергосистем в цілому. Показники форми 18-НКРЕ використовуються НКРЕКП для аналізу якості надання послуг з електропостачання ЕПО та будуть фігурувати у регулюванні їх діяльності при переході до стимулюючого регулювання.

Певну невідповідність між показниками обох форм можна пояснити недосконалістю існуючої системи збору даних та рядом складнощів:

- необхідний розрахунок для кожної компанії залежно від початкового стану об'єктів, структури споживачів, кліматичних, топографічних та інших факторів;
- для розрахунку залежності необхідна база даних за 10-15 років;
- досі дані для розрахунку SAIDI / SAIFI збираються не скрізь;
- недостатній розвиток телеметрії.

Крім того необхідно створити єдину уніфіковану базу енергетичної статистики для ефективного використання показників при стимулюючому регулюванні.

Для вирішення вищевказаних проблем, забезпечення достовірності даних необхідно використовувати системи моніторингу показників безперервності електропостачання. Подібна схема має складатись із наступних структурних елементів:

- система вимірювань;
- система передачі даних;
- система збору, зберігання та оброблення даних

На рисунку 3 зображена структурна схема пропонованої системи.

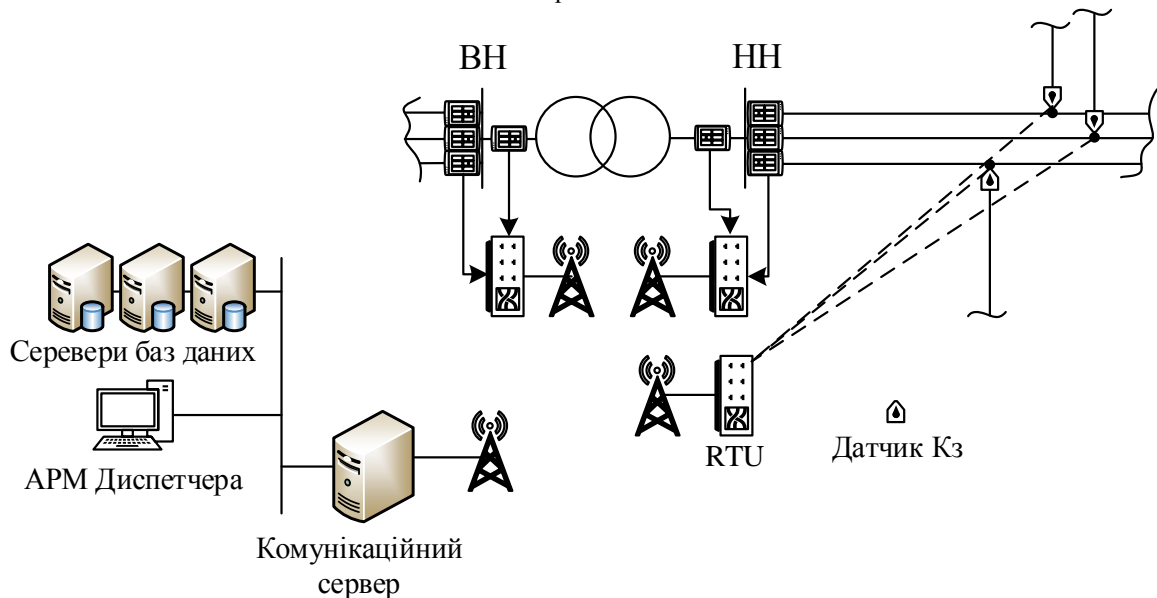


Рисунок 2 Структурна схема системи моніторингу

Система вимірювань. Сюди відноситься устаткування що здатне безпосередньо фіксувати фізичні величини (струм, напруга, фаза, $\cos\phi$), лічильники електроенергії та ін.

Система передачі даних являє собою віддалений пристрій керування (remote terminal unit (RTU)), пов'язаний із пристроями вимірювання та комунікаційний сервер, що здатен за допомогою каналу зв'язку підключатись до усіх RTU. RTU являються гнучкими інструментами, що дозволять у майбутньому дистанційно керувати комутаційними пристроями на зразок реклоузерів та автоматичних вимикачів.

Система збору, зберігання та оброблення даних. Сервери баз даних, основними завданнями яких є збір, обробка, структурування, збереження

і надання інформації користувачам системи: серверне обладнання, допоміжне обладнання, автоматизоване робоче місце (АРМ) диспетчера.

Така система повинна формувати наступну інформацію:

- відомості про планові перерви електропостачання;
- відомості про позапланові перерви електропостачання;
- відомості про рівень напруги в мережі;
- відомості про показники безперервності постачання електроенергії для електричних мереж на балансі ЕПО;
- відомості про провали напруги і перенапруги в мережі;

• відомості про рівень напруги в мережі (опціонально)

Важливо розробити таку систему моніторингу, на базі якої можна було б розгорнути більш широку систему контролю розподільчих мереж (Distributed Control System (DCS)), яка здатна проводити комутації та реконфігурації мереж що дозволило б скоротити час недовідпуску електроенергії та автоматизоване відділення ушкоджених ділянок мереж.

Впровадження системи моніторингу показників безперебійності постачання електроенергії пропонується здійснювати в кілька етапів.

Спочатку необхідно використовувати використовувати існуюче обладнання на центрах живлення (ЦЖ) і інформацію, що фіксується в диспетчерських журналах електромережних організацій. На даному етапі в якості системи також можуть виступати існуючі стаціонарні аналізатори що стоять на ЦЖ 330/110 і 110/10 кВ, різноманітні інформаційно-діагностичні комплекси, багатофункціональні лічильники автоматичних систем контролю і обліку електроенергії (АСКОЕ) на ЦЖ і в електричних мережах.

Далі необхідно впроваджувати систему на нижчі класи напруги, впроваджуючи її спочатку у більш «густих» районах електропостачання.

Висновки. Для забезпечення інтеграції об'єднаної енергосистеми України (ОЕСУ) з об'єднаною енергосистемою Європи (ENTSO-T) необхідно гармонізувати українське законодавство з європейським згідно вимог третього енергетичного пакету. У зв'язку з зростаючими вимогами до надійності електропостачання, входом України до Європейського енергетичного співтовариства виникає необхідність переходу до стимулюючого регулювання у електроенергетиці та запровадження нового критерію диференціації тарифів на електричну енергію за рівнем надійності електропостачання.

При використанні стимулюючого регулювання згідно із вимогами стратегічних документів ЄС та Уряду України має проводитись контроль за діяльністю ЕПО з дотриманням нормованих показників для забезпечення якісного електропостачання. Оскільки при новій моделі тарифоутворення тарифи прив'язуються до рівня надійності електропостачання виникає необхідність у використанні досконалішої системи збору показників та уніфікації бази енергетичної статистики.

Список літератури

1. Cossent Arin R. Economic regulation of distribution system operators and its adaptation to the

penetration of distributed energy resources and smart grid technologies : Doct. Dissert. / Rafael Cossent Arin. - Madrid, 2013. - 265 p.

2. Звіт центру економічних досліджень ім. О. Разумкова: Національна безпека і оборона №6 (135) 2012р

3. Куликов А.Л. Анализ и оценка последствий отключения потребителей электроэнергии : коллективная монография / А. Л. Куликов, Б. В. Папков, М.В. Шарыгин. - М. : НТФ «Энергопрогресс», 2014. - 84 с.

4. Сахарова И.В. Об учете качества услуг в тарифном регулировании распределительных электросетевых компаний в российской и зарубежной практике / Современная экономика: проблемы и решения – 2013р. – 5(41).

5. Сердюк Б.М. Використання показників SAIDI, SAIFI для економічної оцінки надійності електропостачання промислових підприємств

6. Овсянников А.А. Методика управления затратами на повышение надежности функционирования межрегиональных распределительных электросетевых компаний [текст] / А.А. Овсянников // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2012. – № 1 (29).

7. В.В. Зорин, П. Я. Экель. Модели задач оптимизации надежности распределительных электрических сетей: обзор зарубежного опыта. Casuarina Power Outages. Recommendations Regarding Guaranteed Service Level (GSL) Payments [Текст] / Utilities Commission, December 2008.- 18 pp.

8. Папков Б.В. Аспекты обеспечения надежности электроснабжения в условиях рынка [Текст] / Б.В. Папков, М.В. Шарыгин, С.П. Крайнов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.- 2010.- № 1 (80).- С. 176-184.

9. Річний огляд діяльності держенергонагляду за 2015 рік. Київ 2016р.

10. Воропай Н.И. Надежность систем электроснабжения. Конспект лекций / Н. И. Воропай. – Новосибирск : Наука, 2006. – 205 с.

11. Зорин В.В. Системы электроснабжения общего назначения / В. В. Зорин, В. В. Тисленко. – Чернигов : ЧГТУ, 2005. – 341 с.

12. Electricity distribution investments: what regulatory framework do we need? [Електронний ресурс] : EURELECTRIC report / P. Mandatova, G. Lorenz. – Brussels, 2014. - Режим доступу: http://www.eurelectric.org/media/131742/dso_investment_final-2014-030-0328-01-e.pdf.

УДК 621.311

Сайчук Ю. С.

магістрант

Замулко А. І.

канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Y.S Saychuk

undergraduate

A.I Zamulko

PhD. tehn. Sciences, Associate Professor

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute"

ФОРМУВАННЯ ЦІЛЮВИХ ГРУП З НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СТИМУЛЮЮЧОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТАРИФІВ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ

Анотація. Для забезпечення інтеграції об'єднаної енергосистеми України (ОЕСУ) з об'єднаною енергосистемою Європи (ENTSO-T) необхідно забезпечити виконання вимог європейського законодавства у сфері енергетики, зокрема виконання вимог 3 енергетичного пакету. Для успішного об'єднання двох енергосистем, покращення технічного стану розподільчих електромереж та забезпечення якості електропостачання відповідно до вимог європейського законодавства запропоновано використання стимулюючого регулювання у електроенергетиці.

Ключова слова: Outage management system (OMS), кластеризація, SAIDI, SAIFI, WTA, WTP.

Аннотация. Для обеспечения интеграции объединенной энергосистемы Украины (ОЭСУ) с объединенной энергосистемой Европы (ENTSO-T) необходимо обеспечить выполнение требований европейского законодательства в сфере энергетики, в частности требований 3 энергетического пакета. Для успешного объединения двух энергосистем, улучшения технического состояния распределительных электросетей и качества электроснабжения в соответствии с требованиями европейского законодательства предложено использование стимулирующего регулирования в электроэнергетике.

Ключевые слова: Outage management system (OMS), кластеризация, SAIDI, SAIFI, WTA, WTP.

Annotation. To ensure the integration of the united energy system of Ukraine (UESU) with a united energy system of Europe (ENTSO-T) it's necessary to provide compliance with European legislation in the field of energy, including the requirements of 3 Energy Package. For the successful association of the two energy systems, improving the technical condition of electricity distribution and power quality, according to the requirements of European legislation, proposed using incentive regulation in the electricity sector.

Key words: Outage management system (OMS), clustering, SAIDI, SAIFI, WTA, WTP.

Постановка проблеми. Через стрімкий розвиток споживчих вимог суспільства до надійності і якості електропостачання, у більшості країн проводиться кардинальне реформування електроенергетичних галузей. Країни по-різному розвивають власні електроенергетичні галузі, але усі відповідні державні програми розвитку базуються на так – званих «ключових цінностях енергетики», де питання надійності займають одне із ключових місць [1].

На даний момент у питанні надійності електропостачання Україна значно поступається індустріально розвиненим країнам, що пояснюється технічним станом їх розподільчих мереж. Так, за оцінками, середній рівень зношеності об'єктів енергетики деяких електропередавальних організацій (ЕПО) становить 60% і більше [2]. Поряд з фізичним зносом електромереж відбувалось їхнє моральне старіння. Технічний рівень більшості підстанцій відповідає аналогічному 30 – річній давності у розвинених країнах. Недостатній розвиток інфраструктури стримує розвиток ринку та обмежує можливість організації безперебійного і якісного електропостачання.

Також однією із головних причин є те, що у більшості промислово розвинених країн уже тривалий час регламентуються не тільки номенклатура показників надійності, а і їх граничні значення. Це сприяло тому, що ЕПО цих країн оснастили свої розподільчі мережі відповідним комутаційним обладнанням та створили системи моніторингу і керування надійністю (Outage management system (OMS)).

У 2011 році було прийнято постанову НКРЕ від 17.02.2011 - № 232 [3], яка визначає форми регулярної звітності відносно показників надійності електропостачання. Це стало підготовкою до введення стимулюючого регулювання у 2013 році та проведення 1 регуляторного періоду до 2016 року. Данна практика відповідає аналогічній у більшості країн світу, але це лише перший крок на шляху розв'язання проблеми надійності електропостачання. справа полягає у тому, що без технічної модернізації, автоматизації електромереж та впровадження системи, аналогічної OMS.

Проблему запровадження системи OMS можна розв'язати за допомогою реалізації секціонування мереж комутаційними пристроями та їх автоматизації. Звичайно, такі кроки вимагають значних

капіталовкладень, використання техніко-економічного аналізу і обґрунтування. Тому використовуються оптимізаційні задачі, що дозволяє максимально ефективно приймати рішення в умовах обмеження фінансових ресурсів та враховувати режимні та технологічні обмеження. [1]

Проте, необхідно врахувати одну особливість процесу електропостачання - протиріччя між постачальниками і споживачами електричної енергії. Таке протиріччя полягає в розбіжності інтересів сторін при дотриманні процесу електропостачання. Енергопостачальні компанії зацікавлені в зниженні витрат, пов'язаних із забезпеченням електропостачання споживачів. Споживачі, у свою чергу, прагнуть до зменшення обсягів можливих збитків від перерв у електропостачанні, тобто зацікавлені в максимально високому рівні надійності електропостачання. Наявність такої особливості процесу електропостачання приводить до необхідності врахування як інтересів споживачів електроенергії, так і інтересів енергокомпаній. Саме у цьому полягає суть стимулюючого регулювання у електроенергетиці. Але у зв'язку із переходом енергетичного ринку України до нової моделі – двосторонніх договорів і балансууючого ринку – роль держави як регулятора у відносинах «постачальник – споживач» може ослабнути, тому виникає необхідність встановлення загальних «правил гри».

Розв'язання зазначеної проблеми може бути здійснено шляхом запровадження диференціації тарифів за критерієм надійності електропостачання. При цьому реалізація такого підходу має здійснюватися з урахуванням особливостей ЕПО. Таким чином, на першому етапі мають бути досліджені ЕПО та сформовані за обраними показниками групи. Це дозволить врахувати економічні інтереси ЕПО (відшкодування додаткових збитків за підвищений рівень надійності електропостачання) у вигляді надбавки до тарифу, а інтереси споживачів – штрафи за недовідпуск електроенергії і відшкодування за збитки. Якщо врахувати дані особливості, то можна окреслити схему так званого «Гарантованого рівня обслуговування» (Guaranteed Service Level) [4]. Така система стимулюючого регулювання не дуже розповсюджена, оскільки постановка подібних тарифів для споживачів різних галузей промисловості, знаходиться на стадії обговорення та узгодження [1]. Винятком може бути Італія і ряд деяких інших країн де застосовується на практиці єдиний національний тариф на розподіл електроенергії, надбавка за надійність до якого є функцією від показника *SAIDI* [1].

Єдиний розмір додаткової плати та компенсацій у Італії визначалась за допомогою за допомогою колл центрів виявлення готовності споживачів платити за поліпшення надійності електропостачання (Willingness to pay WTP - готовність платити), а також розмір плати за рівень надійності, чи їх бажання приймати компенсацію за неналежний рівень надійності (Willingness to accept WTA – готовність прийняти). Інформація про WTP і WTA в Італії збиралась по районах, щоб уникнути усереднення даних з хорошими і поганими

показниками. В результаті середня надбавка за якість електропостачання для всіх споживачів на 2004 - 2007 рр. була встановлена у розмірі 4 євро на споживача в рік, що склало менше 2% від середніх побутових витрат на електроенергію в Італії. При цьому переривання поставки електроенергії за 8 років (з 2000 по 2007 р) вдалося скоротити в 3 рази.

Проблемі використання системи диференціальних тарифів присвячено чимало робіт, зокрема Папков Б.В., Р.Е. Алексеева, В. Китушин, Ю. Кучеров, І. В. Сахарова та ін. [5], [6], [7], [8].

Мета досліджень – Формування цільових груп ЕПО з врахуванням особливостей їх структури, технічних характеристик та показників надійності електропостачання при використанні системи диференціальних тарифів.

Матеріали та методика досліджень. Характеризуючи структуру розподільчих мереж в регіональному аспекті, слід зазначити, що Україна являє собою сукупність дуже неоднорідних територій. Регіони України значно диференційовані за факторними умовами, рівнем економічного розвитку, рівнем промисловості, рівнем і структурою споживання електричної енергії та ін. Основною причиною нерівномірності розподілу електроенергії за регіонами обумовлені значними відмінностями в рівнях їх соціально-економічного розвитку, а також поглибленням міжрегіональних диспропорцій і зосередженням економічної активності і фінансових результатів в більш розвинутих регіонах. За останні десять років відбулося посилення диференціації соціального та економічного розвитку територій України. Розвинутими в індустріальному відношенні областями є Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Луганська. Области, де переважає сільське господарство, – Вінницька, Тернопільська, Житомирська, Кіровоградська, Полтавська, Черкаська. Є також області, де врівноважені сільське господарство та індустрія, – Одеська, Київська, Харківська [9].

Така диференціація регіонів у значній мірі впливає на структуру ЕПО, де характер споживання електроенергії і вимоги до надійності електропостачання в залежності від економічного розвитку регіону, структури промисловості і економічної ситуації загалом може відрізнятися. Тому при використанні стимулюючого тарифоутворення необхідно врахувати особливості, пов'язані з процесом електропостачання та оцінки його надійності, та особливості структури електропостачання кожного з досліджуваних обленерго. Даний підхід дозволить більш ефективно використовувати дане тарифне регулювання, враховуючи усі особливості електропостачання у середині тої чи іншої кластерної групи. Для побудови цільових груп за надійністю електропостачання для впровадження стимулюючого регулювання використаємо метод кластерного аналізу.

Основною метою кластерного аналізу є розподіл багатовимірної сукупності вхідних даних на однорідні групи так, щоб об'єкти всередині групи були подібними між собою згідно з деяким критерієм, а об'єкти із різних груп відрізнялися один від

одного. Причому класифікація об'єктів проводиться одночасно за декількома ознаками на основі введення певної міри сумарної близькості за всіма ознаками класифікації. Кластерний аналіз використовують для дослідження структури соціально-економічних показників чи об'єктів: регіонів, підприємств, господарств, соціальних обстежень і т. д., описаних багатьма апріорно однаковими факторами.

Кластерний аналіз – це сукупність методів класифікації багатовимірних спостережень чи об'єктів, які базуються на визначенні поняття відстані між досліджуваними об'єктами з наступним виділенням в них подібних груп. Ці відстані можуть визначатися в одновимірному або багатовимірному просторі. [9]

Для проведення кластеризації було обрано метод «k-середніх». Принцип алгоритму полягає в пошуку таких центрів кластерів та наборів елементів кожного кластера при наявності деякої функції $\Phi(\cdot)$, що виражає якість поточного розбиття множини на k кластерів, коли сумарне квадратичне відхилення елементів кластерів від центрів цих кластерів буде найменшим:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - \mu_i)^2$$

де k - число кластерів, S_i - отримані кластери, $i = 1, 2, \dots, k$, μ_i - центри мас векторів $x_j \in S_i$. В початковий момент роботи алгоритму довільним чином обираються центри кластерів, далі для кожного елемента множини ітеративно обраховується відстань від центрів з приєднанням кожного елемента до кластера з найближчим центром. Для кожного з отриманих кластерів

Таблиця 1 Показники статистичної звітності

Назва ЕПО	Показники статистичної звітності					
	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Вінницяобленерго	40668,19	1660,98	11047	19816	334873	422874
Волиньобленерго	24354	1292	5934	11639	180148	179635
Дніпрообленерго	41367,4	3662,95	12589	40510	1224647	240474
Житомиробленерго	34016,04	1466,09	8956	15444	299432	274797
Закарпаттяобленерго	17116	1131,58	4850	18419	165786	251479
Запоріжжяобленерго	35432,08	2879,53	8635	23136	572011	188177
Київенерго	1353,2	11115,52	3880	27134	1031945	22
Київобленерго	43662,43	2492,47	9661	27236	442840	434188
Кіровоградобленерго	26273	1274,8	7072	11052	274399	176106
Львівобленерго	36518,06	4286	8794	33338	520286	377384
Миколаївобленерго	23294,93	1612,04	11602	16084	314514	160340
Одесаобленерго	38513,16	3332,27	9216	31515	615317	335702
Полтаваобленерго	39199	1831	10165	18149	411215	299651
Прикарпаттяобленерго	24829,56	118	6048	18819	196715	315650
Рівнеобленерго	25181,4	1296,94	5992	13513	187989	214220
Сумиобленерго	29928,3	2200,4	7602	12394	326637	187454
Тернопільобленерго	23131	967	6058	16347	173230	224182
Харківобленерго	39732,5	7091,57	11402	31870	933123	263271
Херсонобленерго	24872	623,6	1096	12687	284149	169041
Хмельницькобленерго	32550,6	1464,8	7490	19258	279639	265956

обчислюються нові значення центрів, намагаючись при цьому мінімізувати функцію $\Phi(\cdot)$, після чого повторюється процедура перерозподілу елементів між кластерами.

Застосовуючи багатовимірний кластерний аналіз, ми провели кластеризацію ЕПО України. Для реалізації кластерного аналізу необхідно проаналізувати ряд показників щоб врахувати особливості кожного облenerго. Було обрано наступні показники статистичної звітності НКРЕКП, Держенергонагляду, та Планів розвитку ЕПО, представлені в таблиці 1:

- сумарна довжина повітряних ліній електропередач, тис. км (X1);
- сумарна довжина кабельних ліній електропередач, тис. км (X2);
- сумарна кількість ТП, од. (X3);
- кількість юридичних споживачів (X4);
- кількість побутових споживачів (міська місцевість), од. (X5);
- кількість побутових споживачів (сільська місцевість), од. (X6);
- електричні навантаження в режимні дні, МВт (X7);
- показник SAIDI для міської місцевості, хв (X8);
- показник SAIDI для сільської місцевості, хв (X9);
- показник SAIFI для міської місцевості (X10);
- показник SAIFI для сільської місцевості (X11);
- кількість технологічних порушень у електропостачанні, од (X12).

Чернівецьобленерго	17238,4	370	3793	13840	132327	196711
Чернігівобленерго	34513,1	1610,8	8680	12426	295925	252829
Сумиобленерго	29928,3	2200,4	7602	12394	326637	187454
Тернопільобленерго	23131	967	6058	16347	173230	224182
Назва ЕПО	Показники статистичної звітності					
	X7	X8	X9	X10	X11	X12
Вінницьобленерго	516	401,7	465,6	31,9	45,63	4725
«Волиньобленерго	290	357,6	861	9,27	10,05	7627
Дніпрообленерго	3289	418	656,7	9,71	13,71	14257
Житомиробленерго	507	290,4	584,8	11,56	12,51	4611
Закарпаттяобленерго	535	464,3	844,9	9,61	13,75	2971
Запоріжжяобленерго	1279	176,5	71,1	4,28	7,55	8774
Київенерго	1687	186,4	680,5	2,25	8,64	1976
Київобленерго	1184	517,4	886	17,17	23,87	23608
Кіровоградобленерго	316	303,9	939,3	20,24	30,86	5265
Львівобленерго	805	436,8	1395,3	11,09	24,13	5548
Миколаївобленерго	441	601,1	1206,3	29,91	21,76	4939
Одесаобленерго	1384	836,7	927,4	26,25	21,02	4666
Полтаваобленерго	888	384,2	970,3	12,19	30,23	6806
Прикарпаттяобленерго	420	393,7	1073,6	10,66	21,04	8917
Рівнеобленерго	529	326,1	788,2	9,43	21,06	6980
Сумиобленерго	519	132,1	207,9	30,12	25,46	5501
Тернопільобленерго	304	194,2	429	14,76	12,14	1957
Харківобленерго	1167	193,2	200	8,24	16,85	2015
Херсонобленерго	378	756,3	1038,8	18,52	16,07	5012
Хмельницькобленерго	445	98,9	194,3	15,88	22,66	885
Чернівецьобленерго	256	116,5	128,1	14,3	41,41	1913
Чернігівобленерго	306	157,9	293,9	28,12	30,04	9674
Сумиобленерго	519	132,1	207,9	30,12	25,46	5501
Тернопільобленерго	304	194,2	429	14,76	12,14	1957

Перші три показники характеризують структуру розподільчих мереж, їх розгалуженість. Кабельні лінії мають більшу надійність ніж повітряні, однак на їх відновлення необхідно витратити більше часу.

Наступні три характеризують споживачів електроенергії, юридичні особи, наприклад підприємства, більш зацікавлені у надійному електропостачанні, оскільки у разі відключення вони отримують набагато більші збитки ніж побутовий споживач

Показник величини електричного навантаження в режимні дні дозволяє разом із показниками розподілу споживачів дозволяють проаналізувати структуру споживання електроенергії у кожній ЕПО. Це дасть змогу оцінити вклад кожної групи споживачів у графік електричного навантаження ЕПО та провести більш чіткий розподіл по групам(кластерам).

Показники SAIDI, SAIFI визначаються згідно постанови [10]. Ці показники характеризують комерційну якість надання послуг і використовуються характеристики надійності електропостачання згідно з стандартів МЕК. Останній характеризує кількість перерв у електропостачанні.

Для проведення кластеризації було використано програмний комплекс STATISTIKA. В процесі проведення кластеризації було прийняте рішення використати для групування 5 цільових груп. Одна для характеристики промислово розвинених регіонів та переважаючою кількістю міського населення, одна для регіонів з розвиненим агропромисловим комплексом (АПК) і переважанням сільського населення. Інші – проміжні для характеристики регіонів із змішаною структурою.

Результати досліджень. За результатом проведення кластерного аналізу було сформовано 5 цільових груп (кластерів) ЕПО, перелік яких наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 Перелік цільових груп

Цільові групи (кластери)	Назва електропередавальної організації
I	ПАТ «ДТЕК Дніпрообленерго», ВАТ «Запоріжжяобленерго», АК «Харківобленерго»
II	ПАТ «Суμιобленерго», ПАТ «Хмельницькобленерго» ПАТ «ЕК «Чернівціобленерго», ПАТ «Чернігівобленерго»
III	ПАТ «Волиньобленерго», ПАТ "ЕК "Житомиробленерго", ПАТ «Закарпаттяобленерго», ПАТ «Кіровоградобленерго», ПАТ «Миколаївобленерго», ПАТ «Прикарпаттяобленерго» ПАТ «Рівнеобленерго», ВАТ «Тернопільобленерго», ПАТ «ЕК «Херсонобленерго».
IV	ПАТ «Вінницяобленерго», ПАТ «Київобленерго», ПАТ «Львівобленерго», ПАТ «ЕК «Одесаобленерго», ПАТ «Полтаваобленерго»
V	ПАТ «Київенерго»

Графік середніх значень відносних показників для кожного кластеру зображений на рис. 1.

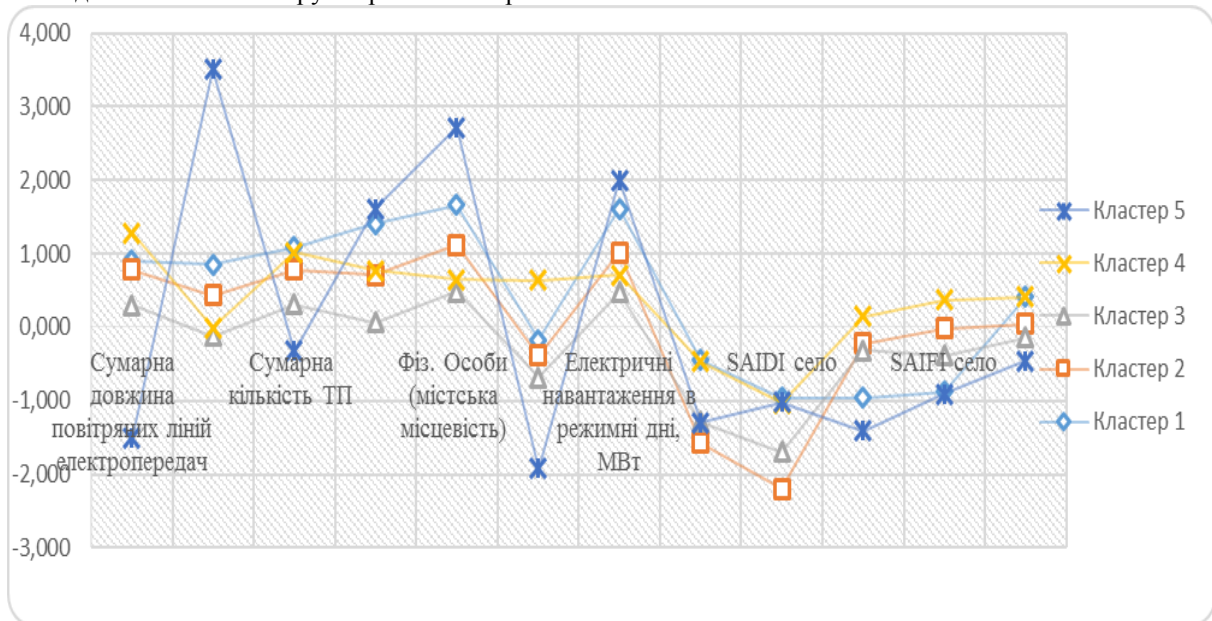


Рисунок 1 Графік середніх значень відносних показників для кожного кластеру

До першого кластеру увійшли найбільші ЕПО із розгалуженою структурою, та переважанням міського населення над сільським і найбільшою кількістю юридичних осіб(компаній), які можуть бути зацікавлені у надійному електропостачанні. Інтегральні показники надійності кращі ніж у інших кластерах, що пояснюється кращою надійністю електропостачання на душу населення і розвиненістю кабельних мереж.

Четвертий кластер характеризується розгалуженою структурою ЕПО з переважанням сільського населення над міським. Інтегральні показники надійності одні із найгірших що пояснюється великою кількістю повітряних ліній.

Кластери 2 та 3 майже не відрізняються за структурами ЕПО які їм притаманні. Проте вони відрізняються по надійності електропостачання. Електропостачальні організації що входять до 3 групи характеризуються більшою тривалістю перерв у електропостачанні, але меншою їх частотою ніж у 2 групі. Подібні дані свідчать про різний технічний стан кабельних і повітряних мереж електропостачальних компаній у кожній з груп.

У кластер 5 входить лише 1 електропостачальна організація. Це можна пояснити її особливістю, вона займається електропостачанням лише 1 міста Києва що і пояснює її особливості структури та процесу електропостачання.

Таким чином, провівши кластерний аналіз ми отримали 5 цільових груп з електропостачання. Кожна із цільових груп має свої особливості як у структурі електричних мереж, так у структурі електропостачання споживачів, технічного стану електромереж. Подібний розподіл дозволить ефективніше керувати тарифною політикою кожної групи для забезпечення максимальної ефективності процесу електропостачання з врахуванням особливостей кожної з груп. Подібний розподіл дозволить також розпочати ефективне впровадження систем типу OMS.

Висновки. У зв'язку з зростаючими вимогами до надійності електропостачання, виходом України до Європейського енергетичного співтовариства виникає необхідність переходу до стимулюючого регулювання у електроенергетиці та запровадження нового критерію диференціації тарифів

на електричну енергію за рівнем надійності електроспоживання.

Враховуючи особливості постачання електричної енергії, на першому етапі мають бути здійснено дослідження ЕПО щодо особливостей їх структури, технічних характеристик та показників надійності електропостачання та сформовані за обраними показниками відповідні цільові групи (кластери), що дозволить систематизовано та виважено підійти до питання запровадження стимулюючого регулювання.

Список літератури

1. В.В. Зорин, П. Я. Экель. Модели задач оптимизации надежности распределительных электрических сетей: обзор зарубежного опыта.
2. Звіт центру економічних досліджень ім. О. Разумкова: Національна безпека і оборона №6 (135) 2012р.
3. Постанова НКРЕКП від 17.02.2011 - №232 Про затвердження форм звітності № 17-НКРЕ (квартальна) „Звіт щодо показників надійності електропостачання” та № 18-НКРЕ (квартальна) „Звіт щодо показників комерційної якості надання послуг” та інструкцій щодо їх заповнення
4. Casuarina Power Outages. Recommendations Regarding Guaranteed Service Level (GSL) Payments [Текст] / Utilities Commission, December 2008.- 18 pp.
5. Папков Б.В. Тарифная политика и надежность электроснабжения в условиях развития рыночных структур [Текст] / Б.В. Папков // Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения.- 2004.- Вып. 3.- С. 17-24.
6. Папков Б.В. Аспекты обеспечения надежности электроснабжения в условиях рынка [Текст] / Б.В. Папков, М.В. Шарыгин, С.П. Крайнов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.- 2010.- № 1 (80).- С. 176-184.
7. Китушин В. Реформирование и надежность электроснабжения [Текст] / В. Китушин, Ю. Кучеров // Энергорынок.- 2005.- №1.- С.40-47.
8. Непомнящий В. Учет надежности электроснабжения при расчете тарифов [Электронный ресурс] / В. Непомнящий, В. Овсейчук // Новости Электротехники.- 2010.- № 4 (64).- Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arh/2010/64/04.php>
9. Лукань Л., Цегелик Г.. Застосування кластерного аналізу для оцінки розвитку малого підприємництва в регіонах України
10. Постанова НКРЕКП від 25.07.2013 р № 1015 Про затвердження форм звітності № 11-НКРЕ (квартальна) "Звіт щодо показників надійності електропостачання" та № 12-НКРЕ (квартальна) "Звіт щодо показників комерційної якості надання послуг" та інструкцій щодо їх заповнення

УДК 004.75

Сергеев Антон Валерійович*аспірант кафедри інтелектуальних та інформаційних систем,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка***Сейедехмеліна Мераджі***аспірант кафедри інтелектуальних та інформаційних систем,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка***Самуель Адеджоке***аспірант кафедри інтелектуальних та інформаційних систем,
національний університет імені Тараса Шевченка***Сергеев Антон Валериевич***аспирант кафедры интеллектуальных и информационных систем,
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко***Сейедехмелина Мераджи***аспирант кафедры интеллектуальных и информационных систем,
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко***Самуель Адеджоке***аспирант кафедры интеллектуальных и информационных систем,
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко***Anton Serhieiev***PhD student of Intellectual and Information Systems department,
Taras Shevchenko National University of Kyiv***Seyedehmelina Meraji***PhD student of Intellectual and Information Systems department,
Taras Shevchenko National University of Kyiv***Samuel Adegoke***PhD student of Intellectual and Information Systems department,
Taras Shevchenko National University of Kyiv*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ КОНТЕНТУ
НА ОСНОВІ РОЗПОДІЛЕНИХ ХЕШ-ТАБЛИЦЬ
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ
КОНТЕНТА НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ХЕШ-ТАБЛИЦ
THE RESEARCH OF TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION THE HYBRID CONTENT
DELIVERY NETWORK, BASED ON DISTRIBUTED HASH TABLE**

Анотація: У статті досліджуються гібридні системи доставки контенту, побудовані на основі розподілених хеш-таблиць. Виділено переваги гібридних систем доставки контенту у порівнянні із існуючими моделями мереж. Детально досліджено архітектуру CoralCDN та проаналізовано її недоліки. Проведене дослідження допоможе у побудові ефективної моделі гібридної системи доставки контенту, що буде позбавлена виявлених недоліків.

Ключові слова: децентралізована мережа, розподілена хеш-таблиця, система доставки контенту, оверлейна мережа, надійність мережі, затримка доставки контенту.

Аннотация: В статье исследуются гибридные системы доставки контента, построенные на основе распределенных хеш-таблиц. Выделены преимущества гибридных систем доставки контента по сравнению с существующими моделями сетей. Подробно исследована архитектура CoralCDN и проанализированы ее недостатки. Проведенное исследование поможет в построении эффективной модели гибридной системы доставки контента, которая будет лишена выявленных недостатков.

Ключевые слова: децентрализованная сеть, распределенная хеш-таблица, система доставки контента, оверлейная сеть, надежность сети, задержка доставки контента.

Summary: The article investigates hybrid content delivery networks, which based on distributed hash tables. Advantages of hybrid content delivery compared to existing models of networks where obtained. CoralCDN architecture was studied in details and its shortcomings were analyzed. This investigation will help in building an effective model of hybrid content delivery network that is devoid of identified deficiencies.

Keywords: decentralized network, distributed hash table, content delivery network, overlay, network reliability, content delivery delay.

Постановка проблеми. Розвиток інформаційних технологій призвів до повсюдного розповсюдження комп'ютерних мереж, а також до значного збільшення об'ємів інформації, що передаються через них. Це призвело до проблем пов'язаних із надійністю централізованих мереж у

випадку значного навантаження на центральний сервер, а також з затримкою доставки необхідної користувачу інформації у випадку значної географічної розосередженості між сервером та клієнтом. Для подолання проблем першого типу доцільно використовувати децентралізовані мережі,

побудовані на основі розподілених хеш – таблиць (DHT – Distributed Hash Table). У таких мережах навантаження розподіляється рівномірно по всім елементам, що значно підвищує надійність системи, при цьому використання розподілених хеш-таблиць дозволяє знаходити та доставляти необхідну інформацію. Проблему затримки прийнято розв'язувати використовуючи системи доставки контенту у яких основний сервер реплікується на локальні сервери, до яких і йдуть запити від користувачів. Втім підтримка та обслуговування таких систем потребує значних витрат, які можуть дозволити собі лише комерційні організації. Успішна реалізація гібридної системи доставки контенту дозволить створити надійну мережу, що не буде потребувати коштовного обслуговування, а також буде комфортною для користувачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання побудови гібридної системи доставки контенту залишається майже не розкритим. Наразі існує кілька теоретичних моделей [1, 2], що потребують подальшого дослідження, а також єдина реалізована система такого типу – CoralCDN [3], яка була в експлуатації у 2005-2012рр, але не змогла конкурувати з іншими мережами через деякі критичні у сучасних умовах недоліки. Саме ній буде присвячена найбільша увага у даній статті.

Ціль статті. Метою дослідження є аналіз архітектури існуючих гібридних систем доставки контенту, а також виявлення їх недоліків для подальшої побудови моделі, що буде їх позбавлена.

Архітектура CoralCDN. CoralCDN складається з трьох основних модулів: мережі проксі серверів, що обробляють запити клієнтів (1), мережі DNS серверів (2) для nyud.net (спеціальний суфікс, що додається до URL сайту, щоб приєднати його до мережі), що з'єднує клієнтів з найближчими проксі і базової інфраструктури індексування (3), на якій будуються (1) і (2).

Для використання CoralCDN власник контенту, або хтось інший, поширює посилання, просто додаючи ".nyud.net:8090" до імені хоста. Через DNS-перенаправлення, клієнти перенаправляються до найближчих веб-кешів Coral. Ці кеші взаємодіють для доставки даних від найближчих вузлів для мінімізації навантаження на основний сервер.

Процес пошуку розподілу інформації для деякого URL <http://www.x.com.nyud.net:8090/> через звичайний веб-браузер виглядає наступним чином:

Клієнт відправляє DNS запит для www.x.com.nyud.net до свого локального сервера. Локальний сервер намагається знайти ім'я хоста, застосовуючи деякий Coral DNS сервер. Coral DNS сервер після отримання запиту зондує клієнта для визначення його RTT (Round Trip Time – час, який необхідний сигналу для проходження шляху від сервера до клієнта і назад). На основі отриманих результатів, Coral DNS сервер перевіряє, чи існують близькі до локального сервера клієнта проксі сервери. Сервер DNS повертає знайдені на минулому кроці проксі сервери, якщо вони не були

знайдені, то він повертає випадковий набір серверів. У разі, якщо сам сервер є найближчим до клієнта, то він повертає набір елементів, близьких до себе. Локальний сервер повертає клієнтові адресу проксі сервера для www.x.com.nyud.net. Клієнт відправляє HTTP запит до www.x.com.nyud.net:8090/ знайденого проксі серверу. Якщо проксі-сервер зкешував файл локально, він повертає цей файл і процедура зупиняється. В іншому випадку випадку все починається з початку. Після цього проксі шукає URL об'єкта в Coral. Якщо Coral повертає адресу вузла, що зкешував об'єкт, проксі витягує об'єкт з цього вузла. В іншому випадку, проксі завантажує об'єкт з основного сервера. Проксі зберігає об'єкт і повертає його в браузер клієнта, а також зберігає посилання на себе в Coral, записуючи факт того, що він тепер кешує URL.

На нижньому рівні системи знаходиться інфраструктура індексування, яка використовується CoralCDN. Сервіс використовує так звану нечітку розподілену хеш-таблицю (Distributed Sloppy Hash Table - DSHT). На відміну від звичайної DHT, в DSHT під одним ключем може зберігатися кілька значень. CoralCDN використовує цей механізм для відображення різних ключів в адреси елементів. Зокрема, DSHT використовується для пошуку серверів Coral, які знаходяться топологічно близько до мережі клієнта, для знаходження проксі-серверів, а також для знаходження близьких вузлів для мінімізації затримки пошуку відповіді на запит.

На відміну від глобального оверлею [4, 5, 6], кожен вузол в Coral належить до кількох окремих DSHT, які називаються кластерами. Кожен кластер характеризується максимальним RRT в мережі, називається діаметром. Система параметрована фіксованою ієрархію діаметрів, які називаються рівнями. Кожен елемент системи є членом однієї DSHT на кожному рівні. Група вузлів може сформувати кластер рівня і, в разі, якщо попарне RRT нижче порогу діаметра рівня і.

Для використання в сторонніх додатках Coral пропонує свій API з наступними операціями:

put (key, val, ttl [levels]): Додає зв'язок між ключем і деяким значенням, вказавши час існування посилання.

get (key [levels]): Операція для отримання деякого набору значень, що зберігаються під певним ключем.

nodes (level, count [target], [services]): Повертає число сусідів, що належать до кластеру вузла і обмежені певним рівнем. target- IP адреса елемента, сусіди якого будуть отримані. Якщо параметр services заданий, то система поверне елементи, які користуються саме цим сервісом.

levels (): Повертає набір рівнів в ієрархії, а також відповідні пороги RRT.

DNS сервер Coral направляє модифіковані URL до проксі серверів, намагаючись знайти найближчого до клієнта шукача. У свою чергу, проксі використовують кеші для мінімізації як навантаження на основний сервер, так і затримки при передачі інформації.

DNS сервер (dnssrv) повертає IP адресу проксі серверів, в момент пошуку браузером імен хостів в модифікованих URL. Для забезпечення локальності, він намагається повернути проксі сервери, що знаходяться близько до клієнта. Зокрема, коли клієнт контактує з найближчим dnssrv, dnssrv повертає проксі з відповідним кластером, а також гарантує, що майбутні запити цього клієнта не виходитимуть за межі кластера. Використовуючи функцію `nodes`, dnssrv також використовує динамічно певні можливості мережі для підвищення достовірності знаходження клієнтом найближчого DNS сервера.

Кожен dnssrv є сервером імен для домену `nyud.net`. Припускаючи трирівневу ієрархію (яка реалізовано на практиці), dnssrv пов'язує будь-яке ім'я домену, який завершується на `http.L2.L1.L0.nyud.net` щонайменше до одного проксі сервера. Так як такі імена є досить громіздкими, автори встановили псевдонім `DNAME` [7], `nyud.net`, для шуканого `http.L2.L1.L0.nyud.net`. Будь-яке закінчення доменного імені `nyud.net` еквівалентний тому ж імені з суфіксом `http.L2.L1.L0.nyud.net`, що дозволяє URL мати більш коротку форму `http://www.x.com.nyud.net:8090/`.

При запиті адреси хоста, що закінчується на `http.L2.L1.L0.nyud.net`, dnssrv повертає відповідь, що складається з двох частин: набору адрес - відповідей на запит, а також набору імен серверів для домену, відомими як головна секція відповіді. dnssrv повертає адреси `CoralProxies` (проксі сервери системи) в кластері, чий рівень відповідає рівневої класифікації клієнта. Іншими словами, якщо `RRT` між клієнтом і dnssrv нижче порога рівня `i`, dnssrv поверне тільки адреса вузлів, розташованих в його кластері на рівні `i`. dnssrv отримує список цих вузлів за допомогою функції `nodes`.

Для збереження принципу локальності dnssrv визначає IP адреса клієнта, як шуканий аргумент для вузлів. Система досліджує адреси п'яти останніх кроків до клієнта і використовує результати для кластеризації в `DSHT`. Щоб уникнути клієнтів зі значною затримкою, `Coral` об'єднує ці кроки, використовуючи вбудований механізм, який комбінує одночасне зондування і різкі тайм-аути для мінімізації затримки. Весь цей процес вимагає 2 `RRT` і 350 байтів пропускну здатності. Вузол кешує результат, щоб уникнути повторних зондувань того ж клієнта.

Чим ближче dnssrv до клієнта, тим точніше буде здійснено його вибір для клієнта. Отже, dnssrv використовує головну частину `DNS` відповіді для того, щоб елемент виявився в правильному кластері, коли це трапляється на сусідньому dnssrv.

`CoralProxy` дає відповіді на запити для модифікованих URL. Він забезпечує допустимий рівень затримки, а також високу пропускну здатність системи, навіть якщо приносить дані з основного сервера через надзвичайно повільні домашні з'єднання. Для досягнення цього необхідна мінімізація навантаження на основний сервер в порівнянні з класичними `CDN` з двох причин. По-

перше, більшість основних серверів системи `Coral` мають більш повільне з'єднання, ніж сервери комерційних `CDN`. По-друге, комерційні `CDN` часто мають у своєму розпорядженні кілька машин для кожного розгорнутого сайту і потім вибирають проксі, базуючись на ефективному розподілі URL-адрес між проксі серверами. `Coral` навпаки, вибирає проксі тільки на основі місцезнаходження клієнта. Таким чином, в `CoralCDN` кожному проксі сервера набагато легше отримати потрібний URL.

Для відчутного зменшення навантаження на основний сервер, `CoralProxy` повинен отримувати веб-сторінки з інших проксі серверів. Кожен проксі сервер зберігає локальну копію, якою він може миттєво відповісти на запити. Коли клієнт запитує URL, який не є учасником системи, `CoralProxy` спочатку намагається знайти зкешовану копію цього ресурсу через функцію `get`, за допомогою ключа, який є результатом хешування його URL алгоритмом `SHA-1`. Якщо `CoralProxy` визначає, що у одного з серверів шукані дані є, він намагається витягнути ці дані з першого сервера до якого приєднується. В іншому випадку, доведеться брати дані з основного сервера.

Сервери `CoralProxy` періодично оновлюють посилання на ресурси в своїх кешах. Проксі не може знищити об'єкт до тих пір, поки посилання на нього зберігається в `DSHT`.

Ключі, за якими шукаються об'єкти в `Coral DSHT`, є 160-бітовими значеннями, при цьому ідентифікатори елементів мережі знаходяться в тому ж ключовому просторі. ID вузла - результат функції `SHA-1` від його IP адреси. Метрика відстані в `Coral` визначає наскільки близько до вузла роташований ключ. Операція `put` зберігає пару ключ/значення в елементах, найближчих до ключа. Операція `get` шукає збережені значення в тих же вузлах. Для підтримки цих операцій, повинен існувати механізм для виявлення вузлів, що знаходяться поблизу з заданим ключем.

Кожен `DSHT` має таблицю маршрутизації. Для довільного ключа `k` таблиця маршрутизації вузла `R` дає можливість знайти елемент ближче до `k`, крім випадку, коли `R` є найближчим. Ці таблиці маршрутизації базуються на `Kademlia` [8]. У цій системі відстань між двома значеннями визначається як результат функції `XOR` у вигляді беззнакового цілого числа.

Розмір таблиці маршрутизації логарифмічно залежить від загальної кількості елементів, що беруть участь в `DSHT`. Якщо елемент `R` не є найближчим до деякого ключа `k`, то таблиця маршрутизації `R` майже завжди зберігає або найближчий вузол до `k`, або ж якийсь вузол, чия відстань до `k` мінімум на один біт коротше, ніж у `R`. Це дозволяє `R` відвідувати елементи в яких послідовно зменшується відстань до ключа, таким чином кількість ітерацій є логарифмічною до кількості елементів.

Традиційні механізми маршрутизації, засновані на ключах, намагаються направляти до вузла, ID якого якнаймога ближче до ключу [9, 10, 11], вдаючись до проміжних операцій, тільки в разі неповної маршрутної інформації. В результаті

кешування додаткових станів в маршруті, крім необхідних $\log(n)$ переходів, на практиці ці системи можуть досягати цілей за обмежену кількість переходів. Втім, часто повторюване посилання на один ключ, призводить до перевантаження вузлів, що знаходяться близько до цього ключа. Це перевантаження називається *перенасиченням дерева* і вперше було відкрито в мережах передачі з роздільною пам'яттю [12].

Приблизний розмір кластера можна визначити тільки за допомогою розміру його таблиці маршрутизації. Якщо кластери, які знаходяться близько, мають приблизно однакові розміри, неправильний розрахунок може привести до постійного коливання елементів між кластерами. Щоб привести систему в стабільний стан, Coral використовує функцію, яка змінюється з певною періодичністю.

Елемент приєднується до більшого кластера, тільки якщо виконується наступне:

$$| \log(\text{size}A) - \log(\text{size}B) | > (\min(\text{age}A, \text{age}B)),$$

де age - це різниця між поточним часом і часом створення кластера. В іншому випадку, елемент вибирає кластер з найменшим ідентифікатором.

Функція може приймати два значення: 0 в разі парного кількості годин і 2 в іншому випадку. Для кластерів непропорційного розміру функція вибору повертає кластер з більшим розміром.

Недоліки CoralCDN. У ході експлуатації системи (2005 - 2012pp) проводилися статистичні дослідження, за допомогою яких було виявлено деякі досить критичні для роботи мережі недоліки.

Першою проблемою є значна кількість втрачених мережевих пакетів [19].

Таблиця 1

Кількість з'єднань із втраченими пакетами

% з'єднань, у яких кількість втрачених пакетів > X %									
>0 %	>1 %	>5 %	>8 %	>10 %	>15 %	>20 %	>30 %	>40 %	>50 %
6.3 %	5.44 %	3.8 %	3.06 %	2.67 %	1.91 %	1.26 %	0.6 %	0.33 %	0.19 %

Як видно з таблиці 1, більше ніж 6% з'єднань мають втрати пакетів, що значно перебільшує такий показник у класичних CDN та централізованих мережах [13].

Другим важливим недоліком є неспроможність ефективно працювати в умовах шлешдот-ефекту [14], тобто у випадках, різкого збільшення навантаження на мережу, що призводить до результатів аналогічних результатам DDoS-атак.

Останньою проблемою, яку необхідно виділити - це безпека системи, якій майже не приділялось уваги при проектуванні. Втім, ця проблема витікає з неналежної уваги до безпеки розподіленої хеш-таблиці, яка є основою мережі, що призвело до появи великої кількості створених атак на неї [15]. Ця проблема є актуальною до нинішнього часу і потребує подальших наукових досліджень саме у сфері моделювання розподілених хеш-таблиць.

Наразі найактуальнішим залишається питання подолання перших двох проблем. В першу чергу, для цього необхідно побудувати ефективну математичну модель, в якій крім урахування вищезазначених недоліків, будуть також реалізовані алгоритми, що дозволять кінцевому користувачу комфортно користуватися розробленою мережею.

Висновки і пропозиції. У статті розглянуте поняття гібридних систем доставки контенту, обґрунтовано їх переваги перед мережами інших типів. Проаналізовано архітектуру єдиної реалізованої системи такого типу, виділено недоліки, через які вона вийшла з експлуатації.

Слід зазначити, що проблема побудови гібридної системи доставки контенту наразі знаходиться на початковому етапі і потребує більшої уваги. На нашу думку, на даному етапі основна

увага у цій сфері повинна бути приділена створенню математичної моделі для подальшого проектування ефективної гібридної системи доставки контенту, що буде позбавлена недоліків, виділених у даній статті.

Список літератури:

1. Manal El Dick, Esther Pacitti, Bettina Kemme, — FlowerCDN: a hybrid P2P overlay for efficient query processing in CDN, ACM EDBT 2009, pp. 427-438.
2. T. N. Kim, S. Jeon, and Y. Kim, "A CDN-P2P Hybrid Architecture with Content/Location Awareness for live Streaming Service Networks," Proc. IEEE 15th Int. Symposium on Consumer Electronics, pp. 438-441, Aug. 2011.
3. M. J. Freedman, E. Freudenthal, and D. Mazieres. Democratizing content publication with Coral. In NSDI, Mar. 2004.
4. F. Dabek, M. F. Kaashoek, D. Karger, R. Morris, and Ion Stoica. Wide-area cooperative storage with CFS. In SOSp, Banff, Canada, Oct 2001.
5. J. Kubiawicz, D. Bindel, Y. Chen, S. Czerwinski, P. Eaton, D. Geels, R. Gummadi, S. Rhea, H. Weatherspoon, W. Weimer, C. Wells, and B. Zhao. OceanStore: An architecture for global scale persistent storage. In ASPLOS, Cambridge, MA, Nov 2000.
6. A. Rowstron and P. Druschel. Storage management and caching in PAST, a large-scale, persistent peer-to-peer storage utility. In SOSp, Banff, Canada, Oct 2001.
7. M. Crawford. RFC 2672: Non-terminal DNS name redirection, Aug 1999.
8. P. Maymounkov and D. Mazieres. Kademia: A peer-to-peer information system based on the xor metric. In IPTPS, Cambridge, MA, Mar 2002.

9. A. Rowstron and P. Druschel. Pastry: Scalable, distributed object location and routing for large-scale peer-to-peer systems. In Proc. IFIP/ACM Middleware, Nov 2001.

10. I. Stoica, R. Morris, D. Liben-Nowell, D. Karger, M. F. Kaashoek, F. Dabek, and H. Balakrishnan. Chord: A scalable peer-to-peer lookup protocol for internet applications. In IEEE/ACM Trans. on Networking, 2002.

11. B. Zhao, L. Huang, J. Stribling, S. Rhea, A. Joseph, and J. Kubiatowicz. Tapestry: A resilient global-scale overlay for service deployment. IEEE J. Selected Areas in Communications, 2003.

12. G. Pfister and V. A. Norton. "hot spot" contention and combining in multistage interconnection networks. IEEE Trans. on Computers, 34(10), Oct 1985.

13. P. Sun, M. Yu, M. J. Freedman, and J. Rexford. Identifying Performance Bottlenecks in CDNs through TCP-Level Monitoring. In SIGCOMM Workshop on Meas. Up the Stack, August 2011.

14. P. Wendell and M. J. Freedman, "Going viral: flash crowds in an open CDN," in ACM Internet Measurement Conference (IMC), 2011, pp. 549–558.

15. G. Urdaneta, G. Pierre, M. van Steen, A survey of DHT security techniques, ACM Computing Surveys 43 (2) 2011.

УДК 621.923

кандидат технічних наук, асистент кафедри інтегрованих технологій машинобудування, Національний технічний університет України «КПІ»

Кандидат технических наук, ассистент кафедры интегрированных технологий машиностроения, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Ivanovskiy A.A.

Ph.D. assistant of the department of ITM, National technical university of Ukraine "KPU"

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ РЕДУКТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ DYNAMIC ANALYSIS OF MECHANISMS WITH FEM

АНОТАЦІЯ

В даній статті розглядається застосування технології методу кінцевих елементів для вирішення завдань, які пов'язані з випробуваннями вузлів мотор редуктора. Динамічний аналіз завдяки методу кінцевих елементів дозволяє віртуально дослідити поведінку виробу під навантаженнями, оцінити остаточні деформації та оптимізувати конструкцію виробу та перевірити проекти доки вони не пішли у масове виробництво. Використання параметричної моделі надає можливість впроваджувати більше інновацій за рахунок можливості імітувати реальну поведінку виробу. Комплексні засоби моделювання кінцевих елементів допомагають детальніше аналізувати виріб при випробуванні перед серійним випуском у виробництво. З метою оптимізації та поліпшення методики випробувань для мотор-редуктора було здійснено комп'ютерне моделювання виробу.

Ключові слова: крутний момент; параметрична модель; мотор-редуктор; метод кінцевих елементів; вектор переміщення.

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается применение технологии метода конечных элементов для решения задач, связанных с испытаниями узлов мотор редуктора. Динамический анализ благодаря методу конечных элементов позволяет виртуально исследовать поведение изделия под нагрузками, оценить окончательные деформации и оптимизировать конструкцию изделия и проверить проекты пока они не пошли в массовое производство. Использование параметрической модели позволяет внедрять больше инноваций за счет возможности имитировать реальное поведение изделия. Комплексные средства моделирования конечных элементов помогают подробнее анализировать изделие при испытании перед серийным выпуском в производство. С целью оптимизации и улучшения методики испытаний для мотор-редуктора было осуществлено компьютерное моделирование изделия.

Ключевые слова: крутящий момент; параметрическая модель; мотор-редуктор; метод конечных элементов; вектор перемещения.

DYNAMIC ANALYSIS OF MECHANISMS WITH FEM

O.A. Ivanovskyi

This article gives us important details about applying of a finite element method (FEM) for the purposes of reduction drive assembly testing. Finite element method allows virtual research, to estimate permanent distortion, to optimize the product design and to check the projects before sending them to the production run. Applying of a parametric model makes it possible to implement more important innovations with the help of the production

imitation. Integrated simulation tools help every user to analyze the products in more details before sending them to the production run. There was done the computerized modeling of a product for the purpose of optimization and improvement procedure for reduction drive probation.

Summary: digital prototyping, reduction drive, reduction drive probation, digital simulation, input rotation, output rotation.

Постановка проблеми.

Безперервний розвиток комп'ютерних технологій привів до переходу від традиційних ручних методів вводу проектно-конструкторських робіт до застосування нових автоматизованих систем розробки та використання моделювання. Всі сучасні підприємства які працюють зі складними технічними об'єктами обов'язково використовують комп'ютерну техніку та різноманітне програмне забезпечення. Воно дозволяє скоротити та оптимізувати затрати на розробку проектного зразка. Перевагами автоматизованого проектування є можливість проводити на комп'ютері експерименти із застосуванням математичних моделей. Для того щоб скоротити час та збільшити точність розрахунків потрібно використовувати метод кінцевих елементів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Дослідження в цій сфері динамічні та різноманітні. Питаннями по цій частині займаються як зарубіжні так і вітчизняні вчені. Серед них такі як: Серед них такі як: М. Секулович [7], А.В. Пузанов [6], Wasim Younas[11] та інші.

Виділення раніше невирішених частин загальної проблеми.

При моделюванні властивостей вузлів механізму потрібно збільшити ефективність розрахунку завдяки зменшенню часу та збільшенню точності. Виникає ряд питань яким чином підібрати оптимальні режими для вузлів досліджуваного механізму.

Ціль статті.

На основі методу кінцевих елементів показати як можливо вибрати оптимальні режими міцності для вузлів редуктора. Розробка оптимізації вузлів твердотільної моделі.

Викладення основного матеріалу.

В цій роботі розглядається методика підготовки даних необхідних для виконання та оптимізації динамічних досліджень. Сутність цього процесу – є створення цифрових прототипів для визначення жорсткості різноманітних елементів механічних систем. Пружними характеристиками тіла або системи тіл є жорсткість та податливість. Суть методики розрахунку жорсткості будь якого елемента зводиться до виміру деформації його па-

раметричної моделі. Ключовим моментом при реалізації даної методики розрахунку є можливість використання додаткових елементів, за допомогою яких забезпечується максимальне наближення процесу моделювання реальних умов. При виконанні даних розрахунків ми маємо справу з цифровим прототипом експериментальної установки. Для виключення впливу елементів цієї установки на отримання значення деформації модуль Юнга матеріалу з якого вони виготовлені, задають на порядок більше ніж у матеріалі деталей виробу.

Для проведення дослідження була змодельована твердотільна модель редуктора (рис.1). Яка виконана в системі Fusion фірми Autodesk для прямого моделювання [1],[3],[8]. Колеса редуктора насаджені на вал, перша та другі ступені механізму мають по три сателіти. Кожен сателіт першої ступені встановлений на одному кульковому підшипнику. Осі сателітів консольно запресовані в вихідний вал. Сателіти другого ступеня встановлені на двоопорній осі з допомогою самовстановлюючих підшипників, що забезпечують рівномірний розподіл навантаження по довжині зубів. Зубчасті передачі прямозубі з евольвентним зчепленням. Вихідний вал першої ступені та колесо другої ступені виконані «плаваючими», що забезпечує достатньо рівномірний розподіл навантаження серед сателітів[5]. Колеса запресовані в корпус та закріплені шифтами. Переміщення плаваючих ланок в основному напрямку обмежена упорами. Вихідний вал обертається на двох кулькових підшипниках. У верхній частині корпусу знаходиться отвір для заливання масла, у нижній частині є отвір для зливу. Нерухомі з'єднання ущільнюються прокладками, а рухливі з'єднання манжетами[2].

Методика розрахунку параметрів виробу включає температурні вимоги та визначення оптимального моменту обертання. Принцип розрахунку жорсткості будь-якого вузла чи з'єднань нашого виробу полягає в вимірюванні деформації нашої тривимірної моделі. Завдяки тому, що наша модель зроблена завдяки технології прямого моделювання ми маємо можливість забезпечувати максимальне наближення процесу моделювання до існуючих умов.

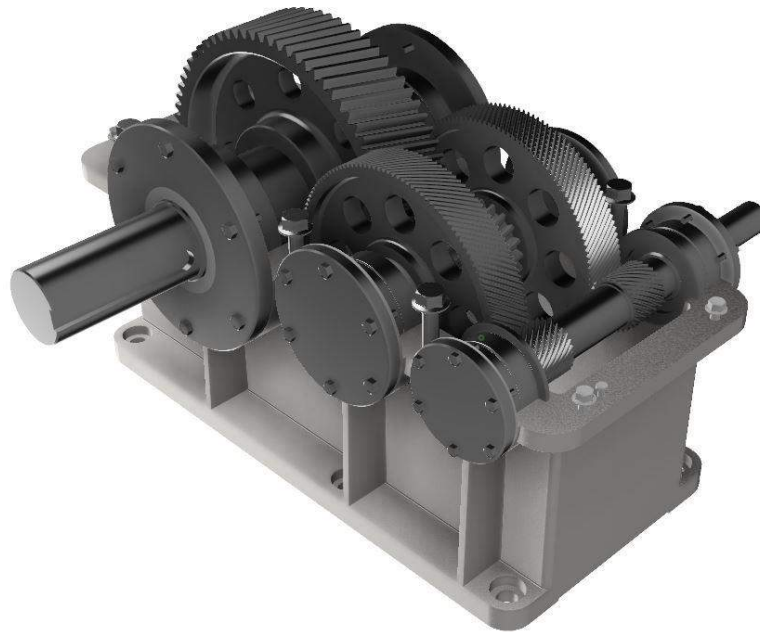


Рис.1-Параметрична модель редуктора.

Динамічний аналіз розрахунків параметрів нашої параметричної моделі включає температурні вимоги та визначення оптимального моменту обертання. Принцип розрахунку жорсткості будь-якого вузла чи з'єднань нашого виробу полягає в вимірюванні деформації нашої тривимірної моделі[7]. При виконанні розрахунків ми маємо справу з цифровим прототипом завдяки методу кінцевих елементів. Цей метод використовуємо для моделювання зразка моделі на який впливають зовнішні навантаження. Метод кінцевих елементів відноситься до методу дискретного аналізу. Однак на відміну від чисельних методів, що базуються на математичній дискретизації диференціальних рівнянь метод кінцевих елементів має основу на методі фізичної дискретизації розглянутого об'єкту. Реальне середовище як суцільна конструкція з нескінченно великим числом ступенів свободи. Так як число можливих дискретних моделей для області яка обмежено геометричним примітивом не обмежено велике, то модель яку розглянемо як найкраще апроксимує дану область. Сутність апроксимації суцільного середовища по методу кінцевих елементів полягає в тому, що дана область розбивається на певну кількість кінцевих елементів які відображуються у вигляді геометричних примітивів[6]. Кінцеві елементи з'єднуються між

собою в кінцевому числі крапок-вузлів розташованого по контуру кожного з елементів. Для кожного кінцевого елемента задається апроксимуючий поліном :

$$u(x) = \sum_{i=0}^r a_i x^i \quad (1)$$

Метод кінцевих елементів використовує алгоритм аналізу взаємодії прикладених сил к контактній поверхні для взаємодії між ними.

При визначенні аналізу механізму використовуємо ротаційно-симетричні тіла з сіткою кінцевих елементів які мають симетрію по відношенню к осі ротації. Для розрахунку використовуємо геометричні примітиви такі як ромб , квадрат чи тетраєдр з вузлами у верхньої точці. Для дослідження динамічного аналізу механізму задаємо параметри як: номінальний обертальний момент на вихідному валу , допустиме перевантаження, радіальне консольне навантаження, частота обертання валу та сили які діють на нього[4]. Для визначення допустимих параметрів досліджуваного механізму визначаємо декілька граничних значень завдяки яким визначаємо з використанням методу кінцевих елементів допустимі оптимальні режими заданого механізму(табл.1).

Таблиця 1
Параметри розрахунку

Параметри	Діапазон значень
Крутний момент на вхідному валу	10-250
Крутний момент на вихідному валу	2000-5000
Допустимі короточасні перевантаження	1000-10000
Допустиме радіально-консольне навантаження перекладена в середині посадкової частині вхідного валу	35-5000
Допустиме радіально-консольне навантаження приложена в середині посадкової частині вихідного валу	1400-18000
Номінальна частота обертання вихідного валу	700-4000

Обробка отриманих результатів виконується таким чином. Робимо декілька вимірів з нашими параметрами у вказаному діапазоні. Розраховуємо середнє арифметичне значення:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

де X_{ij} -результат j -го вимірювання параметра в i -му виробі. Після цього знаходимо середню квадратичну похибку нашого результату:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Похибка S_x -характеризує точність з якою отримано середнє значення вимірів величини \bar{x} результат записуємо у вигляді:

$$x = \bar{x} \pm \Delta x \quad (4)$$

За кількістю проведених вимірювань n та заданої вірогідності $\alpha=0,8$ знаходимо коефіцієнт Стюдента (табл.2)

Таблиця 2

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	1,96	1,65	1,49	1,43	1,39	1,37	1,36	1,35	1,35
α	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Після цього знаходимо абсолютну похибку вимірювання:

$$\Delta x = S_k \cdot t \quad (5)$$

Де Δx -абсолютна похибка для даної імовірності, а S_k – середньоквадратична похибка середнього арифметичного.

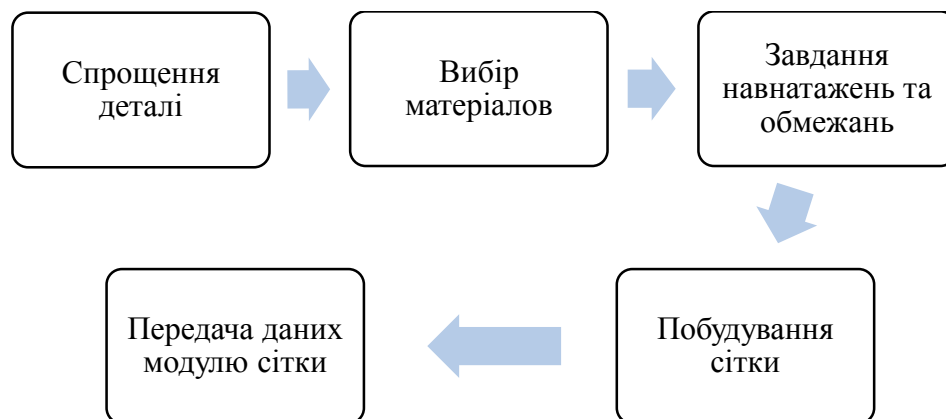


Рис.2-Структура розрахунку моделі

Для подальшого розрахунку ротаційно-сферичного механізму з сіткою кінцевих елементів використовуємо програму Algor для розрахунку та інженерного аналізу. Робимо імпорт нашої моделі в редакторі для підготовки аналізу яким є наш механізм та створюємо сітку кінцевих елементів. Для цього змодельовано структуру розрахунку прямого моделювання моделі механізму(рис.2). При визначенні навантажень, оцінка напружено- деформованого стану в локальних зонах конструкції при такої степені деталізації дає значні похибки, а тому еле-

менти які розраховуємо необхідно моделювати ретельно. При цьому змодельовані елементи окремо, потім як “суперелементи” включаються в повну параметричну модель механізму (рис.3). Для початкового розрахунку беремо «суперелемент» валу для якого спочатку здійснюється розбивка на геометричні елементи, потім здійснюється вибір матеріалу та передача даних модулю сітки, навантаження напружень та корегування введених параметрів[9].

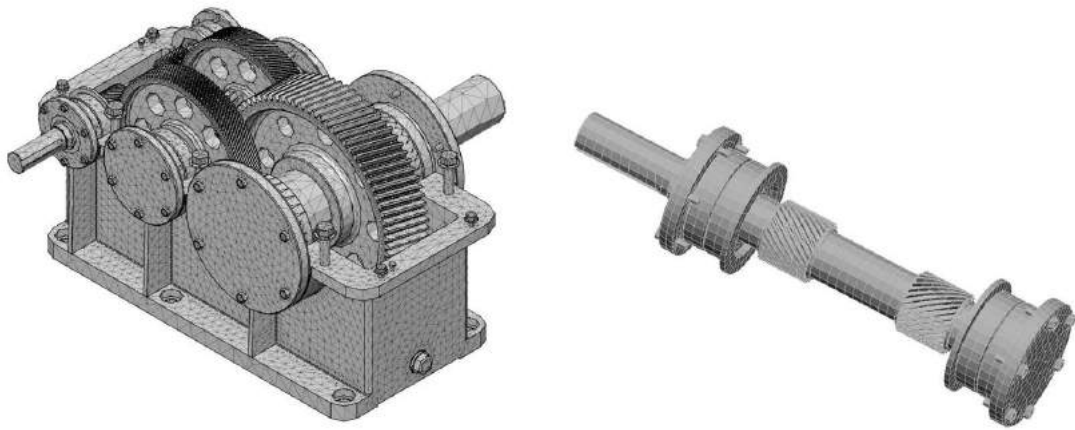


Рис.3- Суперелементи механізму

Для динамічного типу аналізу враховуємо інерціальні залежності та використовуємо рівняння для роботи при розрахунку методу кінцевих елементів:

$$(F) = [m](\ddot{x}) + [c](\dot{x}) + [K](x) \quad (6)$$

Де $[m]$ -матриця мас, $[c]$ - матриця коефіцієнтів демпфірування, (x) - переміщення в

часі. Після цього задаємо граничні умови та навантаження на обертальний момент валів(рис.4). С кожного вказаного нами параметра беремо по три значення що входять в інтервал показаний поряд(табл.1). Також вказуємо матеріал нашої побудованої моделі.

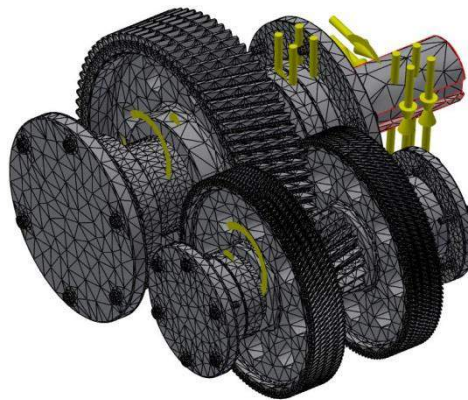


Рис.4- Прикладені обертальні моменти

Відмітимо також підшипники які на механізмі вказані окремо як тверде тіло та відмітимо радіальне консольне навантаження яке буде дорівнювати діапазону який вказаний на (табл.1). Відносна похибка на обох кінцях валу буде $\pm 3,5\%$. Зробимо з початку вимір мінімальними значеннями

механізму. Діапазон вхідного валу буде мати межу вимірювань 10-250Н, а вихідного валу 5000-10000. Після створених умов запускаємо розрахунок(рис.5).

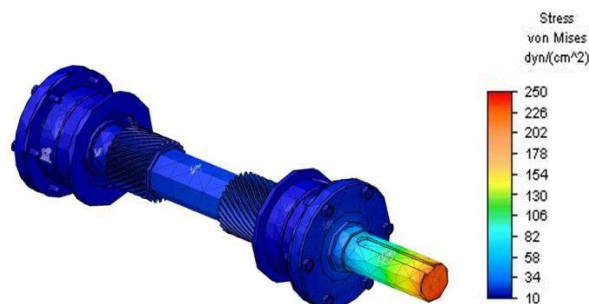


Рис.5- Поведінка вала при мініальному діапазоні значень параметрів

Змінювати навантаження на параметричній моделі можливо не тільки завдяки прикладеним

силам але й завдяки змінам вузлів розташованих по контуру кожного з елементів(рис.6). Для кожного

кінцевого елемента створюється апроксимуючий поліном. Так як в нас механізм змодельовано у тривимірному просторі то використовується для

$$u^b(x, y) = \beta_1 + \beta_2x + \beta_3y + \beta_4x^2 + \beta_5xy + \beta_6y^2 \quad (7)$$

Ступінь апроксимуючого полінома визначає кількість вузлів, якими потрібен володіти елемент який розраховуємо. Він дорівнює кількості невідомих коефіцієнтів α_i які входять в поліном. Розподіл напружень ,деформацій з допомогою

$$u(x') = \sum_{i=0}^r h_i(x')q^i \quad (8)$$

$h(x)$ -функція форми ; q - невідомі коефіцієнти значення в вузлах

Для того щоб розрахунки параметричної моделі були як можливо точніше вводимо черговість

розрахунків апроксимуючий поліном другого порядку:

апроксимуючих функцій виражаємо через вузлові значення які являють собою основні невідомі у методі кінцевих елементів. Тоді апроксимуюча функція буде:

для розрахунку кожного елемента , та виділяємо елементи окремим кольором.

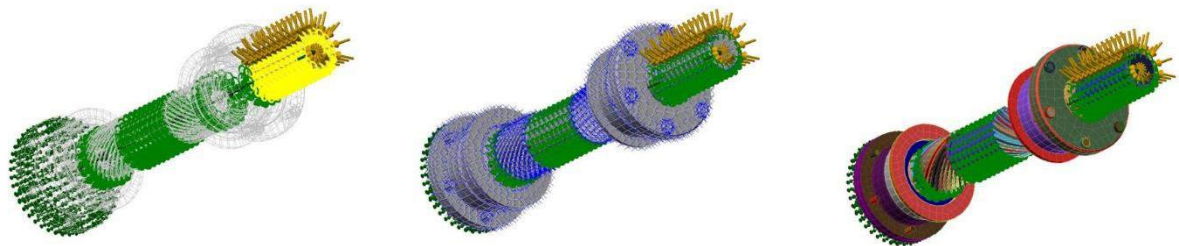


Рис.6- Вигляд змодельованого валу при навантаженні по контуру кожного з елементів.

Відзначивши та приклавши зусилля на елементи визначаємо максимальне та мінімальне перевантаження на вал (рис.7). Таким же чином визначаємо максимальне допустиме значення для механізму. При діапазоні значень крутного мо-

менту 10000 Н·м до 18000Н·м. на валах маємо критичне навантаження яке відзначено жовто-червоним кольором. При максимальних обертальних моментах в великих діапазонах величина моменту на вал зростає до максимального значення (рис.8).

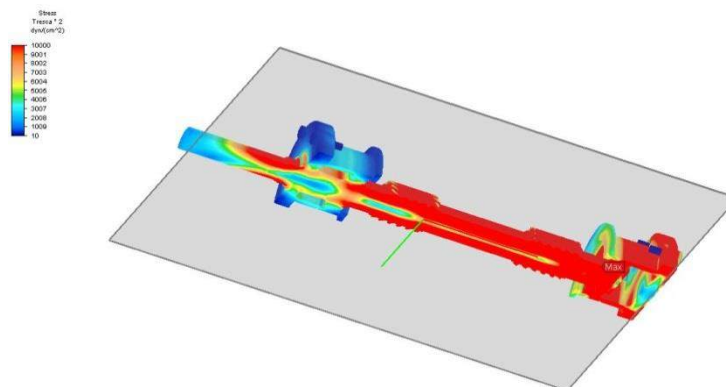


Рис.7-Максимальні та мінімальні параметри перевантаження.

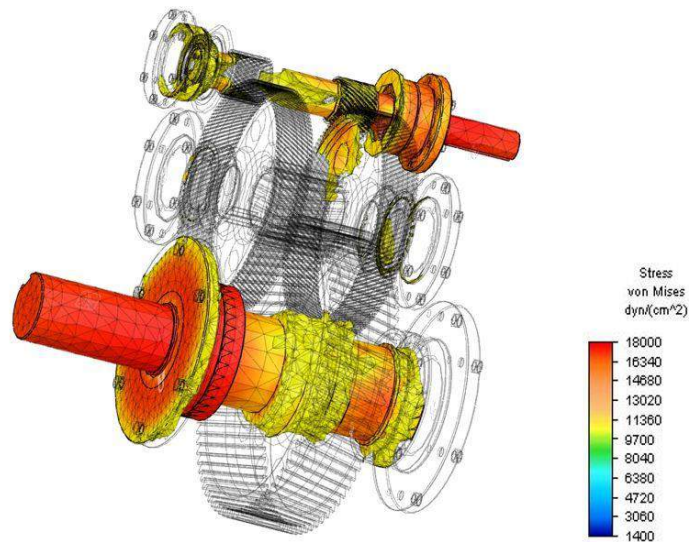


Рис.8- Видяг механізму трьохступінчатого редуктору при критичних значеннях навантаження.

Після отримання результатів параметричної моделі за допомогою методу кінцевих елементів виконуємо статичну обробку. Апроксимація дає наближене значення, але не точний опис дійсного розподілу шуканих величин в елементі. Для цього

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (9)$$

Таким чином вибираємо силові навантаження, оптимальні моменти обертання при тих параметричних даних які представлені в табл.1. в вказаному нами діапазоні параметрів. Було визначено що, оптимальні розрахунки на допустиме радіальне консольне навантаження будуть 6500Н·м та механізм при праці з оптимальним режимом буде

ми робимо декілька вимірів, а далі виконуємо статичну обробку та визначаємо оптимальні значення для кожного вказаного параметра використовуючи формулу(1). Після цього для знаходження оптимальних режимів вираховуємо середнє відхилення нашого елемента:

мати такий вигляд (рис.9). Отже динамічні параметри знайдені за допомогою методу кінцевих елементів відповідають нашим вимогам для виробництва. В даному випадку знайдений параметр, який контролюється на основі критерія Ст'юдента вважається підтвердженим.

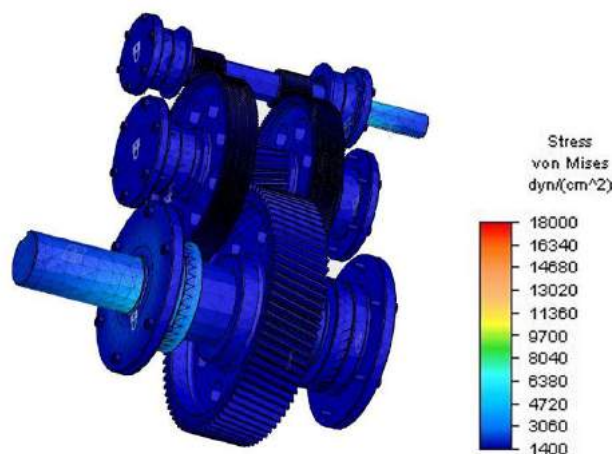


Рис.9- Видяг механізму редуктору при праці з оптимальними режимами динамічних параметрів розрахованих за допомогою МКЕ.

Висновки та пропозиції.

Розроблена методика з застосуванням методу кінцевих елементів яка дозволяє визначити

відповідність виробу технічним умовам встановленим для даного механізму, а також можливості використання в умовах які визначаються нормативами. Показано як завдяки методу кінцевих

елементів можливо здійснити динамічний аналіз механізму та визначити оптимальні параметри.

Список використаної літератури:

1. Алиева Н.П. Построение моделей и создание чертежей деталей в системе Autodesk Inventor. Учебное пособие/Н.П. Алиева, П.А. Журбенко П.А. – М.: ДМК Пресс, 2011.-112 с.

2. Анфимов М.И. Редукторы. Конструкции и расчет./М.И. Анфимов.-М.:Машиностроение, 1993.-463с.

3. Большаков В.В. Твердотельное моделирование в САД-системах./В.В.Большаков.-СПБ.:Питер. 2015.-480с.

4. Ивановский О. А. Редукторы и мотор редукторы планетарные общемашиностроительного применения. Программа и методика испытаний /О.А. Ивановский.-К.: 2015.-33 с.

5. Непомнящий Л.Л. Редукторы:каталог - справочник/Л.Л.Непомнящий., Л.Е. Семичев–М.:ГОСИНТИ,1963.-259с.

6. Пузанов А.В. Инженерный анализ в Autodesk Multiphysics: Методическое руководство /Пузанов А.В.- М.:ДМК Пресс, 2013.-912 с.

7. Секулович М. Метод конечных элементов/М. Секулович-М.: Стройиздат, 1993.-664 с.

8. Трембли Том Inventor 2013и Inventor LT 2013: Официальный учебный курс .-М.:ДМК Пресс, 2013.-240 с.

9. Cham Tickoo Autodesk Simulation Mechanical 2015 for Designers :CAD/CIM Technologies . 2014. – 670 pages.

10. Waguespack, C. Mastering Autodesk Inventor 2014 and Autodesk Inventor LT 2014 : Autodesk Official Press. Sybex .2014 -1100 pages.

11. Wasim Younas Autodesk Inventor Simulation 2010 :Autodesk Press. Sybex. 2010-956 pages,

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 517.521

Алексеева Елена Евгеньевна

кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики,
Калининградский государственный технический университет,

Балтийская государственная академия РФ

Aleksseva E. E.

candidate of pedagogical sciences,
associate professor of the department of mathematics,
Kaliningrad state technical University,
Baltic state Academy

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ, ИНТЕГРАЛЬНЫЙ РЯД

THE USE OF NUMERICAL SERIES TO CALCULATE INTEGRALS, THE INTEGRAL NUMBER

Аннотация: Найден универсальный интегральный ряд. Интегральный потому, что служит для вычисления интегралов, а универсальный потому, что позволяет вычислять не только с помощью ряда, но и конечной суммы. Исследована подстановка $x=1/y$ с последующим применением ряда Маклорена.

Показано, что для новой переменной Y такая подстановка позволяет получить степенной ряд, адекватно воспроизводящий первообразную функцию во всей области её существования. Найдены формулы для вычисления интегралов, которые имеют большое прикладное значение.

Ключевые слова: ряд, интеграл, интегральный ряд, интегрирование, ряд Маклорена, ряд Тейлора.

Summary: Found universal integral number. Integral because it is used to compute the integrals, and versatile because it allows to compute not only the number but also the target amount. Studied substitution with the subsequent application of Maclaurin series. It is shown that for such a new variable substitution allow you to generate the power series, adequately reproducing the primitive function in the whole region of its existence. Formulas for calculation of integrals, which are of great applied value.
Key words: series, integral, integral series, integration, Maclaurin series, Taylor series.

Проблема. Невозможность вычисления интеграла в конечном виде не может остановить вычислителя, отказавшись от решения задачи. Последним и чаще всего безотказным средством решения задачи является разложение неподдающейся интегрированию функции в ряд. Если слагаемые ряда выглядят проще исходной интегрируемой функции, то задача имеет шансы на успех.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Если при интегрировании функции не удастся найти интеграл, то последнюю возможность решить задачу даёт разложение подинтегральной функции в ряд с последующим его интегрированием. При разложении функции в ряд первое, что необходимо сделать – установить сходимость полученного ряда. Если ряд сходится, то имеет смысл дальнейшая операция – операция

интегрирования слагаемых ряда. В противном случае интегрирование ряда не имеет смысла.

При определении суммы сходящегося ряда, полученного в результате интегрирования, невозможно просуммировать бесконечное число слагаемых. По этой причине необходимо установить количество слагаемых, обеспечивающих заданную точность вычисления суммы ряда. Как видно, работа с рядами более хлопотная, но часто бывает, что это последняя возможность решить задачу.

Целью статьи является исследование универсальной подстановки $x=1/y$ с последующим применением ряда Маклорена.

Одним из стандартных методов интегрирования функций является метод интегрирования по частям. Формула (1) интегрирования по частям:

$$\int F(x)dx = x \cdot F(x) - \int x dF(x) \quad (1)$$

Интеграл в правой части выражения (1) можно преобразовать к виду:

$$\int x dF(x) = \int x F'(x) dx = \int \frac{F'(x)}{2!} dx^2 = \frac{F'(x) \cdot x^2}{2!} - \int \frac{x^2}{2!} dF'(x) \quad (2)$$

Интеграл в правой части выражения (2) так же может быть преобразован:

$$\int \frac{x^2}{2} dF'(x) = \int \frac{x^2}{2} F''(x) dx = \int \frac{F''(x)}{3!} dx^3 = \frac{x^3 F''(x)}{3!} - \int \frac{x^3}{3!} dF''(x) \quad (3)$$

Интеграл в правой части выражения (3) преобразовывается к виду:

$$\int \frac{x^3}{3!} dF''(x) = \int \frac{x^3}{3!} F'''(x) dx = \int \frac{F'''(x)}{4!} dx^4 = \frac{x^4}{4!} F'''(x) - \int \frac{x^4}{4!} dF'''(x) \quad (4)$$

С учётом преобразований (2)-(4) формула интегрирования по частям (1) принимает окончательный вид:

$$\int F(x) dx = \frac{x}{1!} \cdot F(x) - \frac{x^2}{2!} F'(x) + \frac{x^3}{3!} F''(x) - \frac{x^4}{4!} F'''(x) + \int \frac{x^4}{4!} dF'''(x) \quad (5)$$

Такие преобразования можно продолжить до бесконечности, в результате чего получим ряд с добавленным к

нему интегралом:

$$\begin{aligned} \int F(x) dx = & \frac{x}{1!} F(x) - \frac{x^2}{2!} F'(x) + \frac{x^3}{3!} F''(x) - \\ & - \dots + \frac{(-1)^{n-1} x^n}{n!} F^{(n-1)}(x) + \int \frac{(-1)^n x^n F^{(n)}(x)}{n!} dx \end{aligned} \quad (6)$$

Если в подынтегральной функции добавоч-

ного интеграла $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{x^n F^{(n)}}{n!} = 0$, то ряд (6)

принимает окончательный вид:

$$\begin{aligned} \int F(x) dx = & \frac{x}{1!} F(x) - \frac{x^2}{2!} F'(x) + \frac{x^3}{3!} F''(x) - \\ & - \frac{x^4}{4!} F'''(x) + \dots + \frac{(-1)^{n-1} x^n}{n!} F^{(n-1)}(x) + \dots + C \end{aligned} \quad (7)$$

Знакопеременный функциональный ряд (7) позволяет определять интеграл произвольной функции $F(x)$ при единственном условии, что

функция $F(x)$ является бесконечно дифференцируемой. Окончательная запись значения интеграла $\int F(x) dx$ с учётом сказанного имеет вид:

$$\int F(x) dx = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{(-1)^{n-1} x^n F^{(n-1)}(x)}{n!} + C \quad (8)$$

Выражение (8) для элементарной рациональной функции может иметь вид конечной функции.

К примеру, интеграл от степенной функции

$$F(x) = x^3 \text{ имеет вид:}$$

$$\int x^3 dx = \frac{x}{1!} x^3 - \frac{x}{2!} 3x^2 + \frac{x^3}{3!} 6x - \frac{x^4}{4!} 6 = \frac{x^4}{4} + C \quad (9)$$

Для неэлементарной иррациональной функции $F = \ln x$ этот интеграл распишется уже через степенной ряд:

$$\int \ln x \, dx = \frac{x}{1!} \ln x - \frac{x^2}{2!} \frac{1}{x} - \frac{x^3}{3!} \frac{1}{x^2} - \frac{x^4}{4!} \frac{2x}{x^4} - \frac{x^5}{5!} \frac{6x^2}{x^6} =$$

$$= x \ln x - x \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{20} + \dots \right] = x \ln x - x \quad (10)$$

Таким образом, интегральный ряд (8) можно назвать универсальным интегральным рядом. Интегральный потому, что служит для вычисления интегралов, а универсальный потому, что позволяет вычислять не только с помощью ряда, но и конечной суммы.

Строго говоря, сама попытка раскладывать в ряд функцию, в которой присутствует операция деления на ноль, недопустима изначально.

Проблема адекватной записи степенного ряда в таких случаях, решается при помощи подстановки $x = 1/y$. К примеру, функция вида

$$e^{-1/x} = 1 - \frac{1}{1!x} + \frac{1}{2!x^2} - \frac{1}{3!x^3} + \dots \quad x \neq 0 \quad (12)$$

Ряд (12) воспроизводит функцию $e^{-1/x}$ на всей числовой оси, за исключением точки $x_0 = 0$, в которой функция и ряд не существуют по причине запрета деления на 0. Во всех остальных точках действительной числовой оси ряд существует и адекватно воспроизводит функцию $e^{-1/x}$. Этот ряд не является рядом Маклорена в прямом смысле

$f(x) = e^{-1/x}$, при подстановке $x = 1/y$ приобретает стандартный вид

$$f(x) = F(y) = e^{-y} \quad y = 1/x \quad (11)$$

Эта функция раскладывается в ряд Маклорена:

$$e^y = 1 + \frac{y}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \frac{y^3}{3!} + \dots$$

Возвращение к исходным обозначениям даёт:

этого слова, но получен он при помощи ряда Маклорена. В связи с этим ряд (12) можно назвать псевдорядом Маклорена.

Интеграл функции $e^{-1/x}$ находится интегрированием правой и левой частей выражения (12).

Найденные таким образом интегралы от функций $e^{-1/x}$, e^{-1/x^2} , e^{-1/x^3} ... имеют вид:

$$\int e^{-\frac{1}{x}} dx = x - \ln|x| - \frac{1}{2! \cdot 1x} + \frac{1}{3! \cdot 2x^2} \dots = x - \ln|x| + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(n+2)! (n+1)x^{n+1}} \quad x \neq 0$$

$$\int e^{-\frac{1}{x^2}} dx = -\frac{1}{0!(-1)x^{-1}} + \frac{1}{1! \cdot 1x} - \frac{1}{2! \cdot 3x^3} + \frac{1}{3! \cdot 5x^5} \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n! (2n-1)x^{2n-1}} \quad x \neq 0$$

$$\int e^{-\frac{1}{x^3}} dx = -\frac{1}{0!(-1)x^{-1}} + \frac{1}{1! \cdot 2x^2} - \frac{1}{2! \cdot 5x^5} + \frac{1}{3! \cdot 8x^8} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n! (3n-1)x^{3n-1}} \quad x \neq 0$$

$$\int e^{-\frac{1}{x^4}} dx = -\frac{1}{0!(-1)x^{-1}} + \frac{1}{1! \cdot 3x^3} - \frac{1}{2! \cdot 7x^7} + \frac{1}{3! \cdot 11x^{11}} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n! (4n-1)x^{4n-1}} \quad x \neq 0$$

Начиная со второго интеграла и далее, можно записать обобщённую формулу:

$$\int e^{-1/x^{k+1}} dx = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n! \cdot [(k+1)n-1] \cdot x^{(k+1)n-1}} \quad x \neq 0 \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (13)$$

Из обобщённой формулы видно, что ряд при условии $x = 0$ не существует, а значит, не существует и интеграл от функции. В то же время, и ряд, и интеграл от функции существует во всех точках числовой оси, кроме точки $x = 0$.

Для функций вида $e^{1/x}$, e^{1/x^2} , e^{1/x^3} ... интегралы, найденные при помощи такой же подстановки, имеют вид:

$$\int e^{1/x} dx = x + \ln|x| - \frac{1}{2! \cdot 1x} - \frac{1}{3! \cdot 2x^2} - \dots = x + \ln|x| - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(n+2)! \cdot (n+1)x^{n+1}} \neq 0$$

$$\int e^{1/x^2} dx = -\frac{1}{0!(-1)x^{-1}} - \frac{1}{1! \cdot 1x} - \frac{1}{2! \cdot 3x^3} - \frac{1}{3! \cdot 5x^5} - \dots = -\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!(2n-1)x^{2n-1}} \quad x \neq 0$$

$$\int e^{1/x^3} dx = -\frac{1}{0!(-1)x^{-1}} - \frac{1}{1! \cdot 2x^2} - \frac{1}{2! \cdot 5x^5} - \frac{1}{3! \cdot 8x^8} - \dots = -\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!(3n-1)x^{3n-1}} \quad x \neq 0$$

$$\int e^{1/x^4} dx = -\frac{1}{0!(-1)x^{-1}} - \frac{1}{1! \cdot 3x^3} - \frac{1}{2! \cdot 7x^7} - \frac{1}{3! \cdot 11x^{11}} - \dots = -\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!(4n-1)x^{4n-1}} \quad x \neq 0$$

Начиная со второго интеграла и далее, можно записать обобщённую формулу:

$$\int e^{1/x^{k+1}} dx = -\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n![(k+1)n-1] \cdot x^{(k+1)n-1}} \quad x \neq 0 \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (14)$$

Таким образом, подстановка $x=1/y$ с последующим использованием ряда Маклорена для новой переменной y позволяет получить степенной ряд, адекватно воспроизводящий первообразную функцию во всей области её существования. Найденные формулы для вычисления интегралов могут иметь большое прикладное значение.

Проблемы с подобными функциями возникают лишь в рядах Маклорена, но эти ряды играют исключительно важную роль, как в фундаментальной, так и в прикладной математике. Ряды Маклорена тем и интересны, что они дают разложение в окрестности точки $x_0 = 0$.

Подобные проблемы возникают так же и в классе тригонометрических функций. К примеру, функция $\sin 1/x$ так же, в принципе, не может быть разложена в ряд Маклорена, по той же простой причине, что в точке $x_0 = 0$ функция не существует. Однако, столь же очевидно, что во всех точках числовой оси, кроме точки $x_0 = 0$, она существует и определена. Применяя тот же приём, можно получить её разложение в степенной ряд в виде:

$$\sin \frac{1}{x} = \sin y = \frac{y}{1!} - \frac{y^3}{3!} + \frac{y^5}{5!} - \frac{y^7}{7!} + \dots + \frac{(-1)^{n-1} y^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots \quad x = \frac{1}{y} \quad (15)$$

Обратным переходом в выражении (15) получается:

$$\sin \frac{1}{x} = \frac{1}{1!x} - \frac{1}{3!x^3} + \frac{1}{5!x^5} - \frac{1}{7!x^7} + \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)!x^{2n-1}} + \dots \quad (16)$$

Подобным образом можно записать в ряд Маклорена все другие тригонометрические функции от аргумента равного $1/x$.

$$\begin{aligned}
 \cos \frac{1}{x} &= 1 - \frac{1}{2!x^2} + \frac{1}{4!x^4} - \frac{1}{6!x^6} + \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-2)!x^{2n-2}} + \\
 \operatorname{tg} \frac{1}{x} &= \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{2}{15x^5} + \frac{17}{315x^7} + \dots + \frac{2^{2n}(2^{2n}-1)B_n}{(2n)!x^{2n-1}} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \frac{\pi}{2} \\
 \operatorname{ctg} \frac{1}{x} &= x - \frac{1}{3x} - \frac{1}{45x^3} - \frac{2}{945x^5} - \frac{1}{4725x^7} \dots - \frac{2^{2n}B_n}{2n!x^{2n-1}} - \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \pi \\
 \sec \frac{1}{x} &= 1 + \frac{1}{2x^2} + \frac{5}{24x^4} + \frac{61}{720x^6} + \dots + \frac{E_n}{(2n)!x^{2n}} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \frac{\pi}{2} \\
 \operatorname{csc} \frac{1}{x} &= x + \frac{1}{6x} + \frac{7}{360x^3} + \frac{31}{15120x^5} + \dots + \frac{2(2^{2n-1}-1)B_n}{(2n)!x^{2n-1}} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \pi
 \end{aligned} \tag{17}$$

Отсутствие таких разложений в ряд Тейлора не давало возможности получить интегралы от этих функций, о чём свидетельствует их отсутствие в

таблицах типовых интегралов. Интегрирование выражений (16) и (17) позволяет восполнить этот пробел:

$$\begin{aligned}
 \int \sin \frac{1}{x} dx &= \ln x + \frac{1}{2 \cdot 3!x^2} - \frac{1}{4 \cdot 5!x^4} + \frac{1}{6 \cdot 7!x^6} - \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{2n \cdot (2n+1)!x^{2n}} + \dots \\
 \int \cos \frac{1}{x} dx &= x + \frac{1}{1 \cdot 2!x} - \frac{1}{3 \cdot 4!x^3} + \frac{1}{5 \cdot 6!x^5} - \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)(2n)!x^{2n-1}} + \dots \\
 \int \operatorname{tg} \frac{1}{x} dx &= \ln x - \frac{1}{2 \cdot 3x^2} - \frac{2}{4 \cdot 15x^4} - \frac{17}{6 \cdot 315x^6} - \dots - \frac{2^{2n}(2^{2n}-1)B_n}{2n \cdot (2n)!x^{2n}} - \dots \\
 \int \operatorname{ctg} \frac{1}{x} dx &= \frac{x^2}{2} - \frac{\ln x}{3} + \frac{1}{2 \cdot 45x^2} + \frac{2}{4 \cdot 945x^4} + \frac{1}{6 \cdot 4725x^6} + \dots \tag{18} \\
 \int \sec \frac{1}{x} dx &= x - \frac{1}{2x} - \frac{5}{3 \cdot 24x^3} - \frac{61}{5 \cdot 720x^5} - \dots - \frac{E_n}{(2n-1) \cdot (2n)!x^{2n-1}} - \dots \\
 \int \operatorname{csc} \frac{1}{x} dx &= \frac{x^2}{2} + \frac{\ln x}{6} - \frac{7}{2 \cdot 360x^2} - \frac{31}{4 \cdot 15120x^4} - \frac{127}{6 \cdot 604800x^6} - \dots
 \end{aligned}$$

Столь же актуальна проблема вычисления интегралов для обратных тригонометрических функций, зависящих от обратного аргумента $1/x$.

Сами разложения обратных тригонометрических функций с таким аргументом можно получить методом композиции.

Суть метода композиции состоит в замене в классическом разложении и в функциях и в рядах и даже в условиях сходимости величины аргумента x на величину $1/x$

Полученные таким образом ряды Маклорена для обратных тригонометрических функций записываются в виде выражений (19):

$$\begin{aligned}
\arcsin \frac{1}{x} &= \frac{1}{x} + \frac{1}{2 \cdot 3x^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 5x^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7x^7} + \dots & \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
\arccos \frac{1}{x} &= \frac{\pi}{2} - \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{2 \cdot 3x^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 5x^5} + \dots \right) & \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
\operatorname{arccsc} \frac{1}{x} &= x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \dots & \left| \frac{1}{x} \right| > 1 \\
\operatorname{arcsec} \frac{1}{x} &= \frac{\pi}{2} - \left(x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \dots \right) & \left| \frac{1}{x} \right| > 1 \\
\operatorname{arctg} \frac{1}{x} &= \frac{1}{x} - \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} - \frac{1}{7x^7} + \dots & \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
\operatorname{arctg} \frac{1}{x} &= \frac{\pi}{2} - x + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} - \dots & \frac{1}{x} > 1 \\
\operatorname{arctg} \frac{1}{x} &= -\frac{\pi}{2} - x + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} - \dots & \frac{1}{x} < -1 \\
\operatorname{arcctg} \frac{1}{x} &= \frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \frac{1}{7x^7} - \dots & \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
\operatorname{arcctg} \frac{1}{x} &= x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots & \frac{1}{x} > 1 \\
\operatorname{arcctg} \frac{1}{x} &= \pi + x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots & \frac{1}{x} < -1
\end{aligned} \tag{19}$$

Интегрируя правые и левые части выражений (19), получим соответствующие интегралы, найденные с помощью рядов:

$$\begin{aligned}
\int \arcsin \frac{1}{x} dx &= \ln x - \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 3x^2} - \frac{1 \cdot 3}{4 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5x^4} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{6 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7x^6} \dots \\
\int \arccos \frac{1}{x} dx &= \frac{\pi \cdot x}{2} - \ln x + \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 3x^2} + \frac{1 \cdot 3}{4 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5x^4} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{6 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7x^6} \\
\int \operatorname{arccsc} \frac{1}{x} dx &= \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{4 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3x^6}{6 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^8}{8 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \dots \\
\int \operatorname{arcsec} \frac{1}{x} dx &= \frac{\pi \cdot x}{2} - \left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{4 \cdot 2 \cdot 3} - \frac{1 \cdot 3x^6}{6 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^8}{8 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \dots \right) \\
\int \operatorname{arctg} \frac{1}{x} dx &= \ln x + \frac{1}{2 \cdot 3x^2} - \frac{1}{4 \cdot 5x^4} + \frac{1}{6 \cdot 7x^6} - \frac{1}{8 \cdot 9x^8} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
\int \operatorname{arctg} \frac{1}{x} dx &= \frac{\pi \cdot x}{2} - \frac{x^2}{1 \cdot 2} + \frac{x^4}{3 \cdot 4} - \frac{x^6}{5 \cdot 6} + \frac{x^8}{7 \cdot 8} - \frac{x^{10}}{9 \cdot 10} + \dots \quad \frac{1}{x} > 1 \quad (20) \\
\int \operatorname{arctg} \frac{1}{x} dx &= -\frac{\pi \cdot x}{2} - \frac{x^2}{1 \cdot 2} + \frac{x^4}{3 \cdot 4} - \frac{x^6}{5 \cdot 6} + \frac{x^8}{7 \cdot 8} - \frac{x^{10}}{9 \cdot 10} + \dots \quad \frac{1}{x} < 1 \\
\int \operatorname{arcctg} \frac{1}{x} dx &= \frac{\pi \cdot x}{2} - \ln x - \frac{1}{2 \cdot 3x^2} + \frac{1}{4 \cdot 5x^4} - \frac{1}{6 \cdot 7x^6} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
\int \operatorname{arcctg} \frac{1}{x} dx &= \frac{x^2}{1 \cdot 2} - \frac{x^4}{3 \cdot 4} + \frac{x^6}{5 \cdot 6} - \frac{x^8}{7 \cdot 8} + \dots \quad \frac{1}{x} > 1 \\
\int \operatorname{arcctg} \frac{1}{x} dx &= \pi \cdot x + \frac{x^2}{1 \cdot 2} - \frac{x^4}{3 \cdot 4} + \frac{x^6}{5 \cdot 6} - \frac{x^8}{7 \cdot 8} + \dots \quad \frac{1}{x} < 1
\end{aligned}$$

Гиперболические функции от обратного аргумента $1/x$, найденные в форме псевдорядов Маклорена записываются в виде:

$$\begin{aligned}
sh \frac{1}{x} &= \frac{1}{1!x} + \frac{1}{3!x^3} + \frac{1}{5!x^5} + \frac{1}{7!x^7} + \dots + \frac{1}{(2n-1)!x^{2n-1}} + \dots \\
ch \frac{1}{x} &= 1 + \frac{1}{2!x^2} + \frac{1}{4!x^4} + \frac{1}{6!x^6} + \dots + \frac{1}{(2n-2)!x^{2n-2}} + \dots \\
th \frac{1}{x} &= \frac{1}{x} - \frac{1}{3x^3} + \frac{2}{15x^5} - \frac{17}{315x^7} + \dots + \frac{(-1)^{n-1} 2^{2n} (2^{2n} - 1) B_n}{(2n)! x^{2n-1}} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \frac{\pi}{2} \\
cth \frac{1}{x} &= x + \frac{1}{3x} - \frac{1}{45x^3} + \frac{2}{945x^5} - \frac{1}{4725x^7} + \dots + \frac{(-1)^{n-1} 2^{2n} B_n}{2n! x^{2n-1}} - \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \pi \quad (21) \\
sech \frac{1}{x} &= 1 - \frac{1}{2!x^2} + \frac{5}{4!x^4} - \frac{61}{6!x^6} + \frac{1385}{8!x^8} - \dots + \frac{(-1)^n E_n}{(2n)! x^{2n}} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \frac{\pi}{2} \\
csch \frac{1}{x} &= x - \frac{1}{6x} + \frac{7}{360x^3} - \frac{31}{15120x^5} + \dots + \frac{2(-1)^n (2^{2n-1} - 1) B_n}{(2n)! x^{2n-1}} + \dots \quad \left| \frac{1}{x} \right| < \pi
\end{aligned}$$

Интегрируя правые и левые части выражений (21), получим:

$$\begin{aligned}
 \int sh \frac{1}{h} &= \ln x - \frac{1}{2 \cdot 3! x^2} - \frac{1}{4 \cdot 5! x^4} - \frac{1}{6 \cdot 7! x^6} - \dots \\
 \int ch \frac{1}{x} &= x - \frac{1}{1 \cdot 2! x} - \frac{1}{3 \cdot 4! x^3} - \frac{1}{5 \cdot 6! x^5} - \dots \\
 \int th \frac{1}{x} &= \ln x + \frac{1}{2 \cdot 3 x^2} - \frac{2}{4 \cdot 15 x^4} + \frac{17}{6 \cdot 315 x^6} - \dots \\
 \int cth \frac{1}{x} &= \frac{x^2}{2} + \frac{\ln x}{3} + \frac{1}{2 \cdot 45 x^2} - \frac{2}{4 \cdot 945 x^4} + \dots \\
 \int sech \frac{1}{x} &= \ln x + \frac{1}{1 \cdot 2 x} - \frac{5}{3 \cdot 4! x^3} + \frac{61}{5 \cdot 6! x^5} - \dots \\
 \int csch \frac{1}{x} &= \frac{x^2}{2} - \frac{\ln x}{6} - \frac{7}{2 \cdot 360 x^2} + \frac{31}{4 \cdot 15120 x^4} - \dots
 \end{aligned} \tag{22}$$

Разложения обратных гиперболических

функций с аргументом вида $1/x$, найденные подобным образом, записываются в виде:

$$\begin{aligned}
 Arsh \frac{1}{x} &= \frac{1}{x} - \frac{1}{2 \cdot 3 x^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 5 x^5} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7 x^7} + \dots & \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
 Arsh \frac{1}{x} &= \ln \left| \frac{2}{x} \right| + \frac{1 \cdot x^2}{2 \cdot 2} - \frac{1 \cdot 3 x^4}{2 \cdot 4 \cdot 4} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 x^6}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6} - \dots & \frac{1}{x} > 1 \\
 Arsh \frac{1}{x} &= -\ln \left| \frac{2}{x} \right| - \frac{1 \cdot x^2}{2 \cdot 2} + \frac{1 \cdot 3 x^4}{2 \cdot 4 \cdot 4} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 x^6}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6} + \dots & \frac{1}{x} < -1 \\
 Arch \frac{1}{x} &= \pm \left[\ln \left| \frac{2}{x} \right| - \frac{1 \cdot x^2}{2 \cdot 2} - \frac{1 \cdot 3 x^4}{2 \cdot 4 \cdot 4} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 x^6}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6} - \dots \right] & \frac{1}{x} > 1 \\
 Arth \frac{1}{x} &= \frac{1}{x} + \frac{1}{3 x^3} + \frac{1}{5 x^5} + \frac{1}{7 x^7} + \frac{1}{9 x^9} + \dots & \left| \frac{1}{x} \right| < 1 \\
 Arcth \frac{1}{x} &= x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} + \dots & \left| \frac{1}{x} \right| > 1 \\
 Arsech \frac{1}{x} &= \pm \left[\ln 2x - \frac{1}{2 \cdot 2 x^2} - \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 4 x^4} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 x^6} - \dots \right] & 0 < \frac{1}{x} < 1 \\
 Arcsch \frac{1}{x} &= x - \frac{1 \cdot x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} - \dots & \left| \frac{1}{x} \right| > 1 \\
 Arcsch \frac{1}{x} &= \ln |2x| + \frac{1}{2 \cdot 2 x^2} - \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 4 x^4} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 x^6} - \dots & 0 < \frac{1}{x} < 1 \\
 Arcsch \frac{1}{x} &= -\ln |2x| - \frac{1}{2 \cdot 2 x^2} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 4 x^4} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 x^6} + \dots & 1 < \frac{1}{x} < 0
 \end{aligned} \tag{23}$$

Интегрируя правые и левые части выражений (23), получаем формулы для вычисления интегралов от обратных гиперболических функций с аргументом равным $1/x$.

$$\begin{aligned}
 \int \operatorname{Arsh} \frac{1}{x} &= x \ln \frac{2}{x} + x + \frac{1 \cdot x^3}{2 \cdot 2 \cdot 3} - \frac{1 \cdot 3x^5}{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 7} - \dots \\
 \int \operatorname{Arsh} \frac{1}{x} &= -x \ln \frac{2}{x} - x - \frac{1 \cdot x^3}{2 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3x^5}{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 5} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 7} + \dots \\
 \int \operatorname{Arch} \frac{1}{x} &= \pm \left[x \ln \frac{2}{x} + x - \frac{1 \cdot x^3}{2 \cdot 2 \cdot 3} - \frac{1 \cdot 3x^5}{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 5} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 7} - \dots \right] \\
 \int \operatorname{Arth} \frac{1}{x} &= \ln x - \frac{1}{3 \cdot 2x^2} - \frac{1}{5 \cdot 4x^4} - \frac{1}{7 \cdot 6x^6} - \dots \\
 \int \operatorname{Arcth} \frac{1}{x} &= \frac{x^2}{1 \cdot 2} + \frac{x^4}{3 \cdot 4} + \frac{x^6}{5 \cdot 6} + \frac{x^8}{7 \cdot 8} + \frac{x^{10}}{9 \cdot 10} + \dots \\
 \int \operatorname{Arsech} \frac{1}{x} &= \pm \left[x \ln 2x - x + \frac{1}{2 \cdot 2x} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 3x^3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 5x^5} + \dots \right] \\
 \int \operatorname{Arcsch} \frac{1}{x} &= \frac{x^2}{1 \cdot 2} - \frac{1 \cdot x^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} + \frac{1 \cdot 3x^6}{2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5x^8}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7x^{10}}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10} - \dots \\
 \int \operatorname{Arcsch} \frac{1}{x} &= x \ln 2x - x - \frac{1}{2 \cdot 2x} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 3x^3} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 5x^5} + \dots \\
 \int \operatorname{Arcsch} \frac{1}{x} &= -x \ln 2x + x + \frac{1}{2 \cdot 2x} - \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 3x^3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 5x^5} - \dots
 \end{aligned} \tag{24}$$

Список литературы:

1. Алексеева Е.Е., Лушников Е.М. Интегрирование с преобразованием подынтегральных тригонометрических функций к алгебраическому виду // В мире научных открытий 2014. 12(60) С.163-172.
2. Алексеева Е.Е., Лушников Е.М. Ряды и интегралы. Germany: Lambert Academic Publishing, 2012. 170с.
3. Алексеева Е.Е., Лушников Е.М. Нетрадиционная теория рядов. USA: LULU, 2010. 235с.
4. Алексеева Е.Е. Разложение функции в степенной ряд с помощью ряда Тейлора. Наука Красноярск. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2012. №1. С.84-96.
5. Алексеева Е.Е. Интегрирование функций при помощи степенных рядов. В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011. №8.1 С.315-322.
6. Алексеева Е.Е. Предпосылки возникновения бесконечного ряда. В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2014. №4.1(52). С.672-690.
7. Баранов Ю.К., Гаврюк М.И, Логиновский В.А., Песков Ю.А. Навигация. Санкт-Петербург, 1997. 510с.

8. Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Задачи и упражнения по математическому анализу. Книга 1. Москва: Высшая школа, 2012. 725с.
9. Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Задачи и упражнения по математическому анализу. Книга 2. Москва: Высшая школа, 2012. 712с.
10. Власова Е.А. Ряды. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 616с.
11. Двайт Г.Б. Таблицы интегралов и другие математические формулы. М.: Наука, 1977. 224с.
12. Никольский С.М. Курс математического анализа. М.: Физматлит, 2001. 592с.
13. Практическое кораблевождение. Книга первая. Отв. Редактор адмирал А.П. Михайловский, 1989. 896с.
14. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Т.1 Элементарные функции. Москва: Физматлит, 2003. 632с.
15. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.2 Москва: Физматлит, 2003. 864с.

Дворцевой Владимир Викторович

Россия, г. Москва

E-mail: vladimir17@bk.ru

ТЕОРИЯ МНОЖЕСТВ И СТРУКТУРА ВСЕЛЕННОЙ

Теория множеств Георга Кантора лежит в основе глубокого понимания материального единства мира, является тем ключом, который открывает путь к единству физики микро, макро и мега мира.

Главную роль в физических теориях массы играет так называемое поле Хиггса. Согласно теории элементарные частицы приобретают массу взаимодействуя с квантовым полем Хиггса пронизывающим всю Вселенную. Согласно современной физической теории, массы фундаментальных частиц являются результатом их взаимодействия с полем Хиггса.

Но почему это поле присутствует всюду во Вселенной? Почему в космических масштабах его напряженность не равна нулю, как у электромагнитного поля?

В настоящей статье предпринята попытка дать ответ на эти вопросы на основании теории множеств Г. Кантора.

Ключевые слова: *теория множеств, порядковые и трансфинитные числа, пространственно-временной континуум, сплошная среда, скалярное поле, масса, упорядоченный перенос энергии, вихревые трубки Гельмгольца, черная дыра, белая дыра, поле Хиггса.*

Vladimir Dvortsevov

Russia, Moscow

E-mail: vladimir17@bk.ru

SET THEORY AND THE STRUCTURE OF THE UNIVERSE

Set theory Georg Cantor is a basis of deep understanding of material unity of the world, is that key which opens a way to unity of physics micro, macro and mega the world.

The main role in physical theories of mass plays a so-called Higgs field. According to the theory of elementary particles acquire mass inter-acting with the quantum of the Higgs field permeates the entire universe. According to the modern physical theory, the masses of fundamental particles are the result of their interaction with the Higgs field. But why this field is present everywhere in the universe? Why on a cosmic scale, its intensity is not zero, as in the electromagnetic field? This article attempts to answer these questions on the basis of the theory of sets G. Cantor.

Keywords: *theory of sets and transfinite ordinal numbers, the space-time continuum, continuum, scalar field, mass, ordered energy transfer, unified field theory, the vortex tube of Helmholtz, black hole, white hole, Higgs field.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Любое натуральное число двойственно: одновременно оно является и количественным, и порядковым. *Количество* – философская категория, отображающая общее в качественно однородных вещах и явлениях. *Порядок* – гармоничное, ожидаемое, предсказуемое состояние или расположение чего-либо; последовательность, очерёдность, ход следования. Аристотель определяет количество так: «Количеством называется то, что делимо на составные части, каждая из которых, будет ли их две или больше, есть по природе что-то одно и определённое нечто. Всякое количество есть множество, если оно счислимо, а величина – если измеримо».

Все явления в природе существуют в пространстве и изменяются во времени. В философии категория *количество* связана с пространством, а категория *порядок* – с временем. Физика пространственно-временного континуума должна объединить в себе обе категории натуральных чисел – *количество-пространство* и *порядок-время*.

Потенциальная энергия – это энергия взаимодействия, следовательно, потенциальной энергией не может обладать ни одна форма материи без взаимодействия с другими формами материи. В материалистической философской традиции категория "материя" обозначает субстанцию, обладающую статусом первоначала. Пространство и время

являются основными формами материи и, вне всякого сомнения, обладают статусом первоначала, т.к. ничто не может существовать вне пространства и времени. Взаимодействуя, пространство и время неразделимо проникают друг в друга и, органически переплетаясь, создают единую систему – Вселенную. Постоянно существующее взаимодействие пространства и времени является потенциальной энергией Вселенной.

2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

Положение материальной точки в пространстве Вселенной полностью описывается тремя пространственными координатами (x, y, z). На основании этого мы утверждаем, что пространство Вселенной трёхмерно. Но это не совсем верно, т.к. все три пространственные координаты выражены в одних и тех же единицах длины L и, следовательно, с этой точки зрения пространство Вселенной одномерно, т.к. имеет одну единственную меру измерения L .

Пространство Вселенной можно представить как множество точек, имеющее мощность континуума, все физические характеристики которого зависят от переменной L , величина которой есть *мощность* пространственного континуума, а не мера измерения длины L^1 , площади L^2 , объёма L^3 .

Мощность множества точек любого отрезка $[a, b]$ на прямой имеет мощность континуума, так же, как мощность всей прямой, так же как мощность плоскости (т.е. 2-х мерного пространства), 3-х мерного пространства и любого N-мерного пространства. Континуум в любой степени остаётся континуумом. *Время* представляет собой одномерный континуум, в котором все физические характеристики зависят от "грубой" переменной t , относящейся к длительности произвольного отрезка времени t , а не к отдельным точкам внутри него. Возможные степени величины времени $t^1, t^2, t^3 \dots$ не меняют сути континуума. Величина t отражает мощность временного континуума. Величина отрезка времени t , как и величина отрезка длины L , всегда положительная. В физическом смысле отрезок времени t и отрезок длины L означают одно и то же – *продолжительность или длительность*. В математическом смысле это два (L и t) ничем не отличающихся друг от друга бесконечных ряда порядковых чисел. Порядковые числа включают в себя конечные порядковые числа и бесконечные, то есть трансфинитные, числа. Порядковые числа были введены Георгом Кантором в 1883 году как способ описания бесконечных последовательностей, а также классификации множеств, обладающих определенной упорядоченной структурой.

На основании вышесказанного можно предположить, что пространственно-временной континуум является двумерным (L, t), т.е. имеет две меры измерения – пространства L и времени t . Пространство L и время t есть два упорядоченных множества L и t , между элементами которых установлено взаимно-однозначное соответствие. Они содержат одинаковое число элементов, подобны между собой, имеют одинаковую мощность. Взаимодействие (отношение) пространства и времени описывается выражением: L/t . Численная величина пространственно-временного континуума может изменяться от нуля до бесконечности, т.к. численная величина обоих отрезков (L) и (t) может изменяться от нуля до бесконечности по отдельности, но не вместе! Пространственно-временной континуум не может быть нулевой продолжительности, т.е. стяннут в точку начала координат, т.к. в этом случае исчезает взаимодействие между двумя формами материи – пространством и временем, следовательно, исчезает и энергия их взаимодействия.

Чтобы закон сохранения энергии в пространственно-временном континууме выполнялся, есть два выхода: 1) должны существовать минимальные пространственные L и временные t отрезки, которые, собственно говоря, в физике уже существуют – это планковская длина и планковское время. Но не понятна причина, механизм возникновения данных минимальных отрезков времени и пространства.

2) взаимодействие (отношение) пространства и времени описывается выражением: L/t – скорость взаимодействия, но в случае: $L = 0$; $t = 0$ возникает неопределённость выражения, т.е. при отсутствии пространства и времени скорость их

взаимодействия может быть любая от нуля до бесконечности.

Чтобы избавиться от неопределённости выражения L/t при $L = 0$; $t = 0$, нужно сначала избавиться от дискриминации цифры 0 и предположить, что отношение: $\frac{0}{0} = 1$, также как: $\frac{1}{1} = 1$; $\frac{2}{2} = 1$; $\frac{3}{3} = 1 \dots$ Тогда энергия взаимодействия пространства и времени не сможет исчезнуть ни при каких условиях.

При любых масштабных изменениях Вселенной скорость взаимодействия между двумя основными формами материи – пространством и временем, является константой:

$$\vec{v}_{вз} = \frac{L \text{ (количество)}}{t \text{ (порядок)}} = \frac{0}{0} = \frac{1}{1} = \frac{2}{2} = \frac{3}{3} \dots = \text{const} = 1. (1)$$

Константа скорости взаимодействия между двумя основными формами материи равна единице в естественной системе единиц или скорости света в вакууме в международной системе единиц, СИ.

Пространственно-временной континуум – это реальная механическая система из бесконечного числа материальных точек, связи между которыми не являются абсолютно жёсткими, следовательно, как реальная механическая система пространственно-временной континуум обладает бесконечным числом внутренних степеней свободы.

Пространственно-временной континуум как механическая система, обладающая бесконечным числом внутренних степеней свободы, описывается векторным полем скорости взаимодействия пространства и времени, целиком относится к движущимся объектам или к объектам, основной характеристикой которых является скорость, и, следовательно, является не математическим, а физическим континуумом.

Если скорость взаимодействия пространства и времени является первой главной физической характеристикой пространственно-временного континуума, то *плотность их взаимодействия – вторая главная физическая характеристика пространственно-временного континуума.*

Плотность взаимодействия $\rho_{вз}$ пространственно-временного континуума – скалярная величина, не имеющая вектора направления. В точке начала координат, плотность взаимодействия $\rho_{вз}$ равна: $\rho_{вз} = \lim_{V \rightarrow 0} m_0 / L^3$. Масса (m_0) равна плотности, умноженной на объём: $m_0 = \rho \cdot V$, значит, масса (m_0) равна нулю, если объём (V) равен нулю. В начале координат объём Вселенной равен нулю ($L = 0$; $t = 0$). Исходя из того, что: $\frac{m}{L^3} = \frac{0}{0^3} = 1$, получаем: плотность взаимодействия ($\rho_{вз}$) в точке начала координат равна единице: $\rho_{вз} = 1$.

Пространственно-временной континуум как механическая система, обладающая бесконечным числом внутренних степеней свободы, описывается векторным полем скорости взаимодействия и скалярным полем плотности вза-

имодействия пространства и времени и, следовательно, может рассматриваться как сплошная среда.

Сплошная среда – механическая система, движение которой, в отличие от других механических систем, описывается не координатами и скоростями отдельных частиц, а скалярным полем плотности и векторным полем скоростей. Сплошную среду можно отождествить с монадой Лейбница – простой не имеющей деления субстанцией, т.к. сплошная среда не делится на части принципиально.

Для пространственно-временного континуума – сплошной среды наравне с основными его физическими характеристиками, *скоростью* ($\vec{v}_{вз}$) и *плотностью* ($\rho_{вз}$) *взаимодействия*, важны и такие физические характеристики, как *интенсивность взаимодействия пространства и времени* – *сила, ускорение и импульс*.

Сила – векторная физическая величина, являющаяся мерой *интенсивности* взаимодействия пространства и времени. Сила взаимодействия является причиной возникновения деформаций и напряжений в пространственно-временном континууме – сплошной среде. Сила ($\vec{F}_{вз}$) интенсивности взаимодействия пространства и времени равна: $\vec{F}_{вз} = \rho_{вз} \cdot L^3 \cdot \frac{L}{t^2} = \frac{\rho_{вз} \cdot L^4}{t^2}$. Следовательно, объём Вселенной и сила интенсивности взаимодействия пространства и времени с ростом времени существования Вселенной увеличиваются в квадратичной последовательности ($\rho_{вз} = 1$):

$$\vec{F}_{вз} = \frac{1 \cdot L^4}{t^2} = \frac{0^4}{0^2} = 1; \frac{1^4}{1^2} = 1; \frac{2^4}{2^2} = 4; \frac{3^4}{3^2} = 9; \\ \frac{4^4}{4^2} = 16; \frac{5^4}{5^2} = 25...$$

Другими словами, интенсивность расширения Вселенной идет с ускорением, где ускорение означает процесс действия (ускорять, ускоряться).

Всё виды взаимодействий в пространственно-временном континууме (скорость взаимодействия, плотность взаимодействия, интенсивность взаимодействия) существуют и действуют постоянно и неразрывно. Объединяясь в единое целое, они образуют энергию взаимодействия пространства и времени.

Энергия (действие, деятельность, сила, мощь) – скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, перехода движения материи из одних форм в другие.

Энергия взаимодействия пространственно-временного континуума является полной механической энергией системы и образует скалярное потенциальное поле энергии взаимодействия, которое объединяет в себе энергию положения и энергию упругой деформации.

Ускорение – векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости точки по её численному значению и направлению. Ускорение для сплошной среды в начале координат равно: $\vec{a} = \frac{L}{t^2} = \frac{0}{0^2} = 1$. В диапазоне от

($\frac{0}{0^2} = 1$) до ($\frac{1}{1^2} = 1$) ускорение \vec{a} достигает максимальной величины (например: $\frac{0,3}{0,3^2} = 3,33$). С увеличением масштабных размеров пространственно-временного континуума величина ускорения для сплошной среды уменьшается:

$$\vec{a} = \frac{L}{t^2} = \frac{0}{0^2} = 1; \frac{1}{1^2} = 1; \frac{2}{2^2} = 0,5; \frac{3}{3^2} = 0,3...$$

Как только объём пространственно-временного континуума становится отличным от нуля, во Вселенной появляется масса: $m = \rho_{вз} \cdot L^3$ как эквивалент интенсивности взаимодействия пространства и времени: $m = \frac{\vec{F}_{вз}}{\vec{a}}$.

Масса – это локальная деформация плотности $\rho_{вз}$ скалярного поля потенциальной энергии (сплошной среды), возникающая в результате действующей в нём силы ($\vec{F}_{вз}$). **Масса** – скалярная физическая величина, характеризует количество вещества в пространственно-временном континууме. С увеличением времени существования Вселенной величина массы (m) увеличивается обратно пропорционально ускорению (\vec{a}) и прямо пропорционально увеличению силы ($\vec{F}_{вз}$) интенсивности взаимодействия пространства и времени. Здесь проявляется двойственность физического характера массы ($m = \frac{\vec{F}_{вз}}{\vec{a}}$). С одной стороны, *масса* – эквивалент интенсивности взаимодействия пространства и времени, эквивалент меры механического движения, т.е. является эквивалентом кинетической энергии взаимодействия. *Кинетическая энергия тела прямо пропорциональна его массе и скорости: $E_k = 1/2 \cdot (m \cdot \vec{v}^2)$* . С другой стороны, *масса* – эквивалент энергии покоя, т.е. эквивалент потенциальной энергии взаимодействия, потенциальная энергия тела прямо пропорциональна его массе и скорости: $E_n = m_0 \cdot c^2$. Следовательно, *массе "надо бежать со всех ног, чтобы только оставаться на месте"*. Структурные элементы Вселенной, обладающие массой, должны постоянно находиться в движении, чтобы оставаться в покое.

Импульс – количество движения, векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения тела. Импульс тела (\vec{p}) равен произведению массы (m) тела на его скорость (v). Для пространственно-временного континуума – сплошной среды *импульс* в начале координат равен:

$$\vec{p} = \rho_{вз} \cdot L^3 \cdot \frac{L}{t} = \frac{1 \cdot L^4}{t} = \frac{0^4}{0} = 1.$$

В отличие от величины ускорения (\vec{a}) величина импульса (\vec{p}) в диапазоне от нуля ($\frac{0^4}{0} = 1$) до единицы ($\frac{1^4}{1} = 1$) принимает минимальные значения (например: $\frac{0,3^4}{0,3} = 0,027$). С ростом времени существования Вселенной величина импульса (количества движения) увеличивается пропорционально увеличению силы ($\vec{F}_{вз}$).

3. ДВОЙСТВЕННОСТЬ КАЧЕСТВ ПРЕДЕЛЬНОГО ЧИСЛА ω

"Уязвимым местом в теории множеств является начальное бесконечное множество натуральных чисел $N = 0, 1, 2, 3, \dots, n, \dots$. Оно называется также счетным множеством. Изучается оно как актуальное множество, имеющее мощность ω . Бесконечность ω есть наименьшая бесконечность, поскольку все числа, меньшие этой бесконечности, входят в множество N , которое включает в себя только конечные числа. Известным противоречием является тот факт, что множество N содержит только конечные числа – оно еще называется множеством всех конечных чисел и, несмотря на это, постулируется, что оно содержит бесконечное количество ω конечных чисел. С точки зрения классической логики этого не может быть, поскольку количество чисел в множестве N должно совпадать с максимальным числом этого множества, то есть число ω , или по крайней мере число $\omega - 1$, должно входить в множество N . Но это не так – число ω не входит в ряд N , оно называется предельным, к которому стремятся числа натурального ряда. Не имея предшественника (число $\omega - 1$ в теории множеств запрещено), число ω оказывается и магическим, и мистическим, и фантастическим. Вследствие этого между числом ω и всеми конечными числами N имеет место "дырка", которая одновременно может быть и "чёрной дырой", в которую могут улететь мириады бесконечных множеств N , и "белой дырой", противоположность "чёрной дыры", из которой можно черпать мириады бесконечных множеств. При этом множество натуральных чисел остается неизменным по своей мощности, то есть по своему количеству элементов!"¹

Предельное число ω не входит в множество натуральных чисел, но является числом, к которому стремятся числа натурального ряда: $\omega = \lim_{n \rightarrow \infty} n$.

Следовательно, число ω должно быть однородным по своим свойствам и качеству с натуральными числами, т.е. должно одновременно являться и количественным, и порядковым числом. У предельного числа ω отсутствует предшественник, следовательно, число ω может рассматриваться как предел начала бесконечного ряда множества натуральных чисел: $\omega = \lim_{n \rightarrow 0} n$ ($\omega \neq 0$).

Начиная ряд положительных натуральных чисел, количественное число ω имеет мощность континуум, но меры порядка ноль, начало отсчёта.

Закрывая ряд натуральных чисел, порядковое число ω имеет мощность континуум, но меры количества ноль, т.е. количество натуральных положительных чисел исчерпано – всё посчитано, количество натуральных положительных чисел переходит в иное качество – порядок.

Предельность числа ω проявляется в том, что на пределе ω качественные категории натурального числа меняются местами. Ряд порядковых натуральных чисел начинается с нуля и уходит в бесконечность. Ряд количественных натуральных чисел выходит из бесконечности и заканчивается нулём. Тем самым бесконечный ряд натуральных

чисел замыкается сам на себя: количество переходит в порядок, а порядок в количество. Следовательно, предельное число ω не является числом, а есть предел области положительных чисел.

Предел по Аристотелю – понятие, обозначающее границу каждой вещи, за которой нет ничего, что относилось бы к данной вещи; всякие очертания величины или того, что имеет величину; цель каждой вещи, на что направлены движение и действие, то, из чего они исходят, и то, на что они направлены, а именно, конечная причина.

Любое натуральное число замкнуто само на себя через предел ω , который очерчивает границу данного натурального числа. Отсюда, бесконечный ряд натуральных чисел принимает вид: $N = \omega, 1, \omega, 2, \omega, 3, \omega, \dots, \omega, n, \omega, \dots, \omega$.

Следовательно, множество N содержит бесконечное количество трансфинитных чисел ω . Являясь пределом, интервалом между натуральными числами ω не входит в бесконечный ряд натуральных чисел и не меняет мощность множества N . В статье "Об одном свойстве алгебраических чисел" (1847г.) Г. Кантор пишет, что существует два различных рода бесконечности – бесконечность множества действительных чисел, имеющая то же количество элементов, что и множество натуральных чисел, и бесконечность континуума – множества точек интервала $(0,1)$, количество элементов которого несоизмеримо больше. Интервал $(0,1)$ тождественен интервалу (ω) между натуральными числами.

С физической точки зрения, интервал – трансфинитное число ω является однородной сплошной средой, которая объединяет количество-пространство и порядок-время в единое целое – пространственно-временной континуум, содержащий в себе бесконечное количество натуральных чисел с помощью которых описывается структура Вселенной. При этом сама сплошная среда остаётся для нас не видимой, не наблюдаемой, т.к. абсолютно однородная сплошная среда принципиально не наблюдаема. Материальные тела на фоне абсолютно однородной сплошной среды будут выглядеть так, будто они находятся в пустоте. Согласно космологическим теориям современности, наша Вселенная состоит всего из 5% обычной, так называемой, барионной материи, которая образует все наблюдаемые объекты; из 25% тёмной материи, регистрируемой благодаря гравитации, и тёмной энергии, составляющей 70% от общего объема. Термины "тёмная энергия" и "тёмная материя" не вполне удачны и представляют собой дословный, но не смысловой перевод с английского. В физическом же смысле данные термины подразумевают только то, что эта материя не взаимодействует с фотонами, и её с таким же успехом можно было бы назвать невидимой или прозрачной материей и энергией.

¹ "Апология бесконечности" – О. Б. Станишевский

Тёмная энергия – это энергия трансфинитного числа ω , сплошной среды, скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия пространства и времени.

Натуральное число вследствие своей изначальной двойственности не может постоянно находиться в каком-то одном качественном состоянии. То что мы не наблюдаем дискретности качественных состояний натурального числа, говорит о том, что эти состояния быстро сменяют друг друга:

$$\frac{\text{количество } (L)}{\text{порядок } (L)} = \text{скорость взаимодействия} = 1.$$

При такой скорости смены качественных категорий натурального числа, натуральное число наблюдается без признаков его двойственности, а бесконечный ряд натуральных чисел – непрерывным.

Каждому натуральному числу можно поставить в соответствие точку в пространственно-временном континууме, следовательно, каждая точка пространственно-временного континуума и континуум в целом непрерывно находятся в колебательном движении.

Колебательное движение – это простейший вид движения, присущий пространственно-временному континууму.

Колебательное движение сплошной среды приводит к тому, что в сплошной среде появляются локальные уплотнения и разрежения плотности скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия. Эти локальные уплотнения и разрежения можно отождествить с элементарными зарядами.

По Максвелловской жидкостной модели электромагнетизма: уплотнение – источник силового поля, положительный элементарный заряд $(\omega, 1, \omega)$; разрежение – отрицательный элементарный заряд $(\omega, -1, \omega)$. Так как локальное уплотнение и разрежение сплошной среды является следствием одного процесса – колебания плотности сплошной среды, появление положительного электрического заряда $(\omega, 1, \omega)$ всегда сопровождается появлением равного по абсолютному значению отрицательного заряда $(\omega, -1, \omega)$. В среднем плотность сплошной среды неизменна и однородна, однородное неразлично, оно всё равно, что ничто. На этом фоне колебательное движение сплошной среды создает пару локальных пульсирующих неоднородностей $(\omega, 1, \omega)$ и $(\omega, -1, \omega)$, которые мы отождествляем как положительный и отрицательный элементарный заряд, или как пару элементарных частиц: $(\omega, 1, \omega)$ – частицу и $(\omega, -1, \omega)$ – античастицу.

Волновые свойства элементарных частиц также согласуются с вышесказанным. Если элементарная частица – объёмный всплеск в сплошной среде, то, естественно, вокруг себя она возбуждает концентрические волны сплошной среды. Это не вероятностные волны, а самые обычные, материальные, от которых и происходит дифракция электронов.

4. ДВУСТОРОННИЙ МИР ВСЕЛЕННОЙ

Потенциальная энергия взаимодействия, в отличие от кинетической энергии, величина которой всегда положительна, может находиться в трёх различных фазах физического состояния: положительная $(+U\varphi)$, отрицательная $(-U\varphi)$ и нейтральная фаза потенциальной энергии $(U\varphi_0)$. Потенциальная энергия – это энергия положения, величина которой всегда отсчитывается относительно какого-то уровня, который принят за ноль, следовательно, скалярное поле потенциальной энергии взаимодействия пространства и времени можно представить в виде двусторонней поверхности, одна сторона которой – это положительная фаза $(+U\varphi)$ или $[\omega, 1, \omega]$, другая сторона – отрицательная фаза $(-U\varphi)$ или $[\omega, -1, \omega]$ состояния потенциальной энергии взаимодействия. Нулевая фаза потенциальной энергии $(U\varphi_0)$ или $[\omega]$ является поверхностью раздела фаз скалярного поля потенциальной энергии пространственно-временного континуума.

Мир Вселенной является двусторонним. Используя ряд натуральных чисел, это можно записать так: $\omega, -1, \omega, 1, \omega, 2, \omega \dots \omega, n, \omega \dots \omega$.

Натуральный ряд отрицательных чисел состоит из одного отрицательного числа, т.к. ряд натуральных отрицательных чисел замыкает предельное положительное трансфинитное число ω , вследствие этого, ряд отрицательных чисел не может быть продолжен.

Трансфинитные числа ω и ω , одновременно являясь количественными и порядковыми числами, отличаются друг от друга качественными физико-математическими характеристиками и свойствами.

Число ω как предельное наибольшее порядковое положительное число является пределом количества положительных чисел. Предел ω является границей между положительной порядковой и отрицательной количественной областью натуральных чисел. На пределе ω берёт своё начало область количественных отрицательных чисел. Число ω является предельным наибольшим порядковым положительным числом, одновременно являясь предельным наименьшим количественным отрицательным числом.

Число ω как предельное наибольшее количественное отрицательное число является, скорее, цифрой ноль, а не числом, т.к. цифра ноль – наибольшее предельное количественное отрицательное число, является в то же время предельным наименьшим положительным порядковым числом, т.е. нулём. На пределе ω берёт своё начало область порядковых и количественных положительных чисел, которая уходит в бесконечность ω , где порядковые и количественные положительные числа переходят в количественные и порядковые отрицательные числа.

Трансфинитное число ω по своим математическим характеристикам тождественно кардинальному числу алеф-ноль \aleph_0 , которое характеризует мощность множества отрицательных натуральных чисел как континуум. Одновременно кардинальное

число алеф-ноль \aleph_0 является предельным наименьшим порядковым положительным числом, т.е. нулём. Отсюда, бесконечный ряд натуральных чисел имеет вид: $\omega, -1, \aleph_0, 1, \omega, 2, \omega \dots \omega, n, \omega \dots \omega$

Ряд *количественных отрицательных чисел* выходит из положительной бесконечности ω и заканчивается на \aleph_0 , ряд *положительных чисел* начинается от \aleph_0 и уходит в бесконечность, где замыкается предельным порядковым положительным числом ω . Мощность множества отрицательных чисел равна мощности множества положительных чисел. Мощность множества точек отрезка $[-1, \aleph_0]$ на прямой имеет мощность континуума, так же, как мощность всей прямой, так же как мощность 2-х мерного пространства, 3-х мерного и любого N-мерного пространства. *Часть может быть равна целому.*

С физической точки зрения, кардинальное число алеф-ноль \aleph_0 является нулевой фазой ($U\varphi_0$) – поверхностью раздела фаз двустороннего скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия пространства и времени. В ряд натуральных чисел алеф-ноль \aleph_0 и число ω не входят, следовательно, если убрать ряд натуральных чисел, то алеф-ноль \aleph_0 и число ω останутся на своих местах и качеств своих не изменят: ω, \aleph_0, ω . Слева и справа от алеф-ноль \aleph_0 находятся два одинаковых числа ω , с физической стороны представляющее собой сплошную среду, т.е. сплошная среда слева от поверхности раздела фаз \aleph_0 ничем не отличается от сплошной среды справа от поверхности раздела фаз. Следовательно, в состоянии покоя скалярное поле потенциальной энергии взаимодействия является нейтральным полем \aleph_0 .

Пространственно-временной континуум в целом и каждая его точка непрерывно находятся в колебательном движении. Это движение приводит к тому, что в сплошной среде появляются локальные уплотнения и разрежения плотности скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия, которые можно отождествить с противоположными фазами скалярного поля потенциальной энергии.

Уплотнение – положительная фаза ($+U\varphi$), разрежение – отрицательная фаза ($-U\varphi$) скалярного поля потенциальной энергии. Поверхностью раздела фаз, нулевой фазой ($U\varphi_0$), относительно которой происходит колебательное движение сплошной среды, является кардинальное число алеф-ноль \aleph_0 .

Если с положительной фазой потенциальной энергии ($+U\varphi$) двустороннего скалярного поля взаимодействия противоречий не существует, то с отрицательной фазой потенциальной энергии ($-U\varphi$) двустороннего скалярного поля есть проблемы.

Основной характеристикой взаимодействия пространства и времени является скорость взаимодействия $\vec{v}_{вз}$, которая в отрицательной фазе потенциальной энергии равна: $\vec{v}_{вз} = \frac{-1}{-1} = \mathbf{1}$. Скорость – величина векторная, и отрицательные значения величины длины и времени свидетельствуют о том, что скорости взаимодействия в положительной и в отрицательной фазе потенциальной энергии равны

по абсолютному значению $|\vec{v}_{вз}| = |-\vec{v}_{вз}|$, но имеют противоположные направления.

Следующая проблема – плотность взаимодействия: $\rho_{вз} = \frac{-m}{-v}$. Первая часть проблемы – отрицательный объём: $V = -1^3 = -1$. Отрицательный объём – это локальное "разрежение" в сплошной среде. Объём ямы в грунте можно представить как отрицательный объём по отношению к объёму вынутаго из неё грунта. Сложив два объёма, получим *ровную поверхность* грунта. Объём "разрежения" является отрицательным только по отношению к положительной фазе потенциальной энергии "уплотнению".

Вторая часть проблемы – отрицательная масса, заполняющая "разрежение" в сплошной среде. Так как масса является эквивалентом потенциальной энергии, а потенциальная энергия – это энергия положения, то масса "разрежения" в сплошной среде будет иметь отрицательное значение *только по отношению к положительной фазе потенциальной энергии*. Количество массы в положительной и отрицательной фазе двустороннего скалярного поля потенциальной энергии равны между собой по абсолютному значению: $|m| = |-m|$.

Отсюда, плотность взаимодействия $\rho_{вз}$ пространства и времени в "разрежении" равна плотности взаимодействия $\rho_{вз}$ в положительной фазе потенциальной энергии: $\rho_{вз} = \frac{-1}{-1} = \mathbf{1}$. Интенсивность взаимодействия, сила $\vec{F}_{вз}$, в отрицательной фазе равна интенсивности взаимодействия в положительной фазе потенциальной энергии: $\vec{F}_{вз} = \frac{1 \cdot L^4}{t^2} = \frac{-1^4}{-1^2} = \mathbf{1}$. Значения величины ускорения \vec{a} в положительной и отрицательной фазах потенциальной энергии равны по абсолютной величине $|\vec{a}| = |-\vec{a}|$, но противоположны по направлению. Импульсы \vec{p} в отрицательной и положительной фазах потенциальной энергии равны по величине и противоположены по направлению: $\vec{p} = -m \cdot -\vec{v}_{вз} = \mathbf{1}$.

Энергия взаимодействия одновременно является потенциальной и кинетической энергией пространственно-временного континуума. Энергия взаимодействия может полностью, мгновенно переходить из состояния потенциальной (пассивной) в кинетическую (активную) энергию взаимодействия и наоборот, что определяется математической формулой эквивалентности массы и энергии. *Масса – эквивалент энергии покоя, эквивалент потенциальной энергии взаимодействия, потенциальная энергия тела прямо пропорциональна его массе и скорости: $E_{п} = m_0 \cdot c^2$* . В тоже время, *масса – эквивалент интенсивности взаимодействия пространства и времени, эквивалент меры механического движения, эквивалент кинетической энергии взаимодействия. Кинетическая энергия тела прямо пропорциональна его массе и скорости: $E_{к} = \mathbf{1}/2 \cdot (m \cdot \vec{v}^2)$* .

Скорость взаимодействия $\vec{v}_{вз}$ пространства и времени основная константа пространственно-временного континуума равна единице в естественной системе единиц, отсюда энергия покоя (потенциальная энергия взаимодействия) прямо пропорциональна массе и не зависит от скорости: $E_{п} = m_0$. Кинетическая энергия при тех же условиях: $\vec{v}_{вз} = 1$, прямо пропорциональна только половине массы, так как в математической формуле кинетической энергии, в отличие от формулы потенциальной энергии, не учитывается механическое движение отрицательной массы в пространственно-временном континууме – сплошной среде.

С учётом механического движения отрицательной массы, формула кинетической энергии взаимодействия принимает вид: $E_{к} = \left(\frac{m}{2} + \frac{|-m|}{2}\right) \cdot v^2$.

При $v = 1$, кинетическая энергия взаимодействия: $E_{к} = m$ равна потенциальной энергии взаимодействия пространства и времени: $E_{п} = m$.

Отдельно для отрицательной фазы потенциальной энергии взаимодействия кинетическая энергия, как мера механического движения отрицательной массы, равна: $E_{к} = 1/2 \cdot (-m \cdot -v^2)$.

Полная энергия взаимодействия пространственно-временного континуума является одновременно потенциальной и кинетической. Расширение Вселенной сопровождается преобразованием энергии скалярного поля взаимодействия в потенциальную и кинетическую энергию массы вещества. Сжатие Вселенной сопровождается преобразованием массы вещества в энергию скалярного поля взаимодействия пространства и времени.

5. КРУГОВОРОТ МАССЫ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Количество и мера порядка величины массы вещества в положительной фазе потенциальной энергии совпадают между собой. Величина меры количества и порядка массы вещества в положительной фазе начинается от алеф-ноль \aleph_0 и уходит в бесконечность ω . Количество и мера порядка величины отрицательной массы вещества обратно пропорциональны: чем больше мера порядка, тем меньше количество отрицательной массы вещества (мера порядка отрицательной массы начинается от алеф-ноль \aleph_0 и уходит в бесконечность ω). Отрицательная масса вещества выходит из бесконечности ω , где её количество минимально, и заканчивается на алеф-ноль \aleph_0 , где её количество максимально.

При взаимодействии отрицательной и положительной массы одна из них будет притягиваться к другой, а другая будет отталкиваться от неё. Это приводит к тому, что они будут бесконечно "бежать" друг за другом по кругу.

В алеф-ноль \aleph_0 количество отрицательной массы – максимально, а количество положительной массы – минимально. Отрицательная масса выталкивает положительную массу из алеф-ноль \aleph_0 с максимальным ускорением $-\vec{a}$ и силой: $\vec{F}_{-} = -m \cdot$

$-\vec{a}$, что приводит к возникновению расширяющегося во времени положительного натурального ряда порядковых чисел, который определяет величину количества массы в расширяющейся Вселенной. Пропорционально времени существования Вселенной растёт её объём и количество положительной массы. На пределе ω количество положительной массы – максимально, а количество отрицательной массы – минимально. Положительная масса выталкивает отрицательную массу из предела ω с максимальным ускорением \vec{a} и силой: $\vec{F}_{+} = m \cdot \vec{a}$. На пределе алеф-ноль \aleph_0 количество отрицательной массы – максимально, а положительной – минимально, и всё повторяется сначала. Процесс движения массы, перехода из одного состояния в другое, из отрицательной в положительную и из положительной в отрицательную – бесконечен, как движение по кругу.

Плотность поля потенциальной энергии взаимодействия (плотность энергии поля $\rho_{вз}$) обратно пропорциональна объёму Вселенной: при увеличении объёма Вселенной плотность поля $\rho_{вз}$ уменьшается:

$$\rho_{вз} = \frac{m}{L^3} = \frac{0}{0^3} = 1; \frac{1}{1^3} = 1; \frac{2}{2^3} = 0,25 \dots$$

На пределе ω величина плотности поля $\rho_{вз}$ – минимальная; величина положительной массы Вселенной – максимальная; величина отрицательной массы – минимальна; величина отрицательного и положительного объёма – максимальна, т.к. по абсолютной величине эти объёмы равны: $|V| = |-V|$.

При выталкивании отрицательной массы из предела ω величина её массы начинает расти пропорционально уменьшению её отрицательного объёма, при этом величина плотности поля $\rho_{вз}$ увеличивается:

$$\rho_{вз} = \frac{-m}{-L^3} \dots = \frac{-2}{-2^3} = 0,25; \frac{-1}{-1^3} = 1; \frac{0}{0^3} = 1.$$

На поверхности раздела фаз \aleph_0 скалярного поля потенциальной энергии величина отрицательного и положительного объёма равна нулю, т.е. кривизна поверхности раздела фаз \aleph_0 равна нулю.

При круговороте массы во Вселенной в положительной фазе потенциальной энергии взаимодействия пространства и времени энергия поля переходит в энергию массы вещества. В отрицательной фазе потенциальной энергии взаимодействия энергия массы вещества переходит в энергию поля. Поток массы движется от алеф-ноль \aleph_0 в бесконечность ω и из бесконечности ω к алеф-ноль \aleph_0 по линиям напряжённости скалярного двустороннего поля потенциальной энергии взаимодействия пространства и времени.

При переходе энергии взаимодействия из одного состояния в другое происходит завихрение скалярного поля энергии в магнитное – векторное поле. На поверхности раздела фаз \aleph_0 двустороннего скалярного поля потенциальной энергии действует сила поверхностного натяжения, стремящаяся сократить поверхность раздела фаз до минимальных размеров. Сила поверхностного

натяжения направлена по касательной к поверхности раздела фаз и перпендикулярно к участку контура, на который она действует. Действие силы поверхностного натяжения направленной по касательной к поверхности раздела фаз, приводит к тому, что в момент преобразования отрицательной массы в положительную, при прохождении её через поверхность раздела фаз \aleph_0 , скалярное поле потенциальной энергии взаимодействия, а вместе с ним и поток положительной массы закручивается в вихрь. Действие силы поверхностного натяжения на пределе ω приводит к образованию вихревого потока отрицательной массы при прохождении положительной массы через предел ω .

Линии напряженности двустороннего скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия являются вихревыми трубками Гельмгольца. Чёрная дыра вход в вихревую трубку, белая дыра выход из неё. Алеф-ноль \aleph_0 для отрицательной массы является чёрной дырой, которая бесконечно поглощает отрицательную массу. Для положительной массы \aleph_0 является белой дырой в которой бесконечно рождается положительная масса. Предел ω для положительной массы является чёрной дырой, который бесконечно поглощает положительную массу, а для отрицательной массы является белой дырой, в которой бесконечно рождается отрицательная масса.

Линия напряженности, вихревая трубка, по которой движется положительная масса начинается на поверхности \aleph_0 и уходит в бесконечность ω . Так как поток положительной массы представляет собой вихревой поток, то становится понятным причина вращения Вселенной в целом и вращательное, вихревое движение, всех её структурных элементов.

Все точки пространственно-временного континуума находятся в непрерывном движении. Любая, даже бесконечно малая, деформация, произошедшая в одной единственной точке сплошной среды, тут же перекидывается на всю сплошную среду в целом и на каждую его точку в отдельности. Это связано с тем, что положение и движение каждого элемента сплошной среды ΔV определяется соседними элементами. Эти элементы не могут двигаться независимо и хаотически, поскольку в противном случае в сплошной среде образовались бы разрывы. Таким образом, если элемент среды выполняет какое-то движение, то соседние с ним элементы также должны выполнять подобные движения, т.е. движения всех элементов сплошной среды должны быть согласованными!

В чёрной дыре ω положительный объём массы вещества резко изменяется на отрицательный объём, вследствие, возникает мощное локальное разрежение сплошной среды, мгновенно возрастает скорость вращения вихревой трубки, вещество с положительной массой и объёмом сжимается до плазмы и выбрасывается на другом конце из белой дыры в виде плазменной вихревой трубки. Плазменная вихревая трубка выходит из предела ω и заканчивается на поверхности раздела фаз \aleph_0 , где

отрицательный объём резко переходит в положительный объём, т.е. разрежение-сжатие резко сменяется уплотнением-расширением, отрицательная масса мгновенно преобразуется в положительную массу и выбрасывается из белой дыры в виде расширяющегося вихревого диполя, состоящего из пары вихрей: один интенсивностью x, y, z в точке ae^{ia} , другой интенсивностью $-x, -y, -z$ в точке $-ae^{-ia}$. Направление вихревого диполя считается от вихря с отрицательной интенсивностью к вихрю с положительной интенсивностью. Ось вихревого диполя наклонена к поверхности раздела фаз алеф-ноль \aleph_0 под углом $\alpha = 0.4181112128162947^0$, синус которого равен постоянной тонкой структуры: $\alpha = 0,007297352535948453176$.

Расширяющаяся вихревая трубка, по которой движется положительная масса, начинается на поверхности \aleph_0 и уходит в бесконечность ω . Сужающаяся вихревая трубка, по которой движется отрицательная масса, начинается в бесконечности ω и оканчивается на поверхности раздела фаз алеф-ноль \aleph_0 . Таким образом, вихревые трубки являются замкнутыми друг на друга и образуют вихревое кольцо. Вихревое движение массы во Вселенной не возникает и не уничтожается, что и составляет содержание теоремы Гельмгольца и является основой фундаментального закона природы – закона сохранения энергии.

Поверхность раздела фаз \aleph_0 в целом и любая, даже бесконечно малая, её часть являются чёрно-белой дырой. Чем меньше размер, площадь, объём, поверхности раздела фаз \aleph_0 , тем выше частота круговорота массы во Вселенной. Чем больше площадь, объём поверхности раздела фаз \aleph_0 , тем ниже частота круговорота массы при одной и той же скорости потока массы.

Тёмная материя – это низкочастотные вихревые трубки, по которым движется отрицательная масса. Низкочастотные вихревые трубки не наблюдаются напрямую, а только косвенно, по создаваемым ими гравитационным эффектам.

Физические характеристики, возникающего в результате работы чёрно-белой дыры, расширяющегося вихревого диполя состоящего из пары противоположных по знаку интенсивности вихрей: с положительной интенсивностью x, y, z в точке ae^{ia} и отрицательной интенсивностью $-x, -y, -z$ в точке $-ae^{-ia}$, зависят от различных сочетаний величин $\pm x, \pm y, \pm z$ с величиной $ae^{\pm ia}$.

Минимальное расстояние между положительным и отрицательным концом расширяющегося вихревого диполя, при котором он будет наблюдаться как два обособленных, различных по знаку вихря, равно постоянной тонкой структуры. Все возможные комбинации величин пространственных координат $\pm x, \pm y, \pm z$ вихревых диполей в сочетании с величиной a и $e^{\pm ia}$, а также взаимодействие между вихревыми диполями создают весь существующий спектр элементарных частиц и античастиц от кварков до атомов. В микро-макромире вещество увеличивает свою массу и объём в результате слияния элементарных частиц в ядра, атомы,

молекулы. При этом уменьшается поверхностная энергия на границе раздела фаз.

Вихревой диполь, размеры которого стремятся к нулю ($a \rightarrow 0$, $x \rightarrow 0$, $-x \rightarrow 0$, $y \rightarrow 0$, $-y \rightarrow 0$, $z \rightarrow 0$, $-z \rightarrow 0$) представляет собой бело-чёрную дыру, или бозон Хиггаса. В зависимости от величины a , между концами вихревого диполя (вихревой нити) бело-чёрная дыра наблюдается: либо как два материальных объекта, как два кванта скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия – положительный бозон Хиггаса и отрицательный бозон Хиггаса при $a \neq 0$; либо как нейтральный Z-бозон при $a = 0$, как нейтральная поверхность раздела фаз \aleph_0 двустороннего скалярного поля энергии взаимодействия пространства и времени. Поверхность раздела фаз \aleph_0 – бело-чёрная дыра для положительной массы является белой дырой, а для отрицательной массы – чёрной дырой. Предел ω – чёрно-белая дыра, которая для положительной массы является чёрной дырой, а для отрицательной массы – белой дырой.

6. ЕДИНСТВО СИЛ В ПРИРОДЕ

Пространственно-временной континуум – Вселенная представляет собой сплошную среду, в каждой точке которой и во всём её объёме в целом происходят нулевые колебания фазы и плотности двустороннего скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия. Возможность этих колебаний обеспечивается тем, что *поле энергии взаимодействия объединяет в себе энергию положения и энергию упругой деформации*. Колебательные свойства сплошной среды, двустороннего скалярного поля потенциальной энергии, определяются наличием позиционных сил.

Позиционные силы – это такие силы, которые определяются отклонениями системы от положения равновесия. Особое значение имеют восстанавливающие силы, которые возникают при отклонении системы от положения равновесия. Восстанавливающие силы противоположны направлению отклонения, эти силы обуславливают способность системы совершать *свободные колебания*. Основным типом восстанавливающих сил являются *силы упругости*. В простейшем случае линейно деформируемой системы восстанавливающая сила упругости пропорциональна отклонению системы. Свойства упругих связей при этом определяются *коэффициентом упругости*, который представляет собой обобщенную силу, способную вызвать обобщенное единичное перемещение. Поле потенциальной энергии взаимодействия, объединяющее в себе энергию положения и энергию упругой деформации, является полем консервативных сил. В пространственно-временном континууме (сплошной среде) действуют четыре типа консервативных сил, четыре типа фундаментальных взаимодействий: гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое.

Все эти, казалось бы, различные консервативные силы являются проявлением на разных масштабных уровнях Вселенной одной и той же обобщенной силы – *коэффициента упругости*.

В основе консервативных сил лежит свойство эластичности сплошной среды (пространственно-временного континуума). *Эластичность* – это способность континуума испытывать значительные упругие деформации без разрушения. Эластичность сплошной среды обеспечивается силой упругости (упругими силами). Сила упругости – это сила, возникающая при деформации сплошной среды и противодействующая этой деформации. В данном случае, деформацией сплошной среды является постоянное расширение Вселенной, увеличение её объёма под действием работы силы $\vec{F}_{вз}$ – силы интенсивности взаимодействия пространства и времени, гравитационной силы расширения.

Силе расширения $\vec{F}_{вз}$ противостоит упругая потенциальная сила сжатия – гравитационная сила \vec{F}_G . Тем самым предотвращаются разрывы в сплошной среде. Величина силы расширения $\vec{F}_{вз}$ зависит от масштабного уровня Вселенной: чем меньше объём пространственно-временного континуума, в котором она действует, тем меньше её величина и, следовательно, тем меньше величина гравитационной силы сжатия \vec{F}_G . На различных масштабных уровнях Вселенной основная обобщённая сила пространственно-временного континуума – *коэффициент упругости* проявляет себя в виде слабой, сильной, электромагнитной, гравитационной силы. Все эти силы предотвращают разрывы сплошной среды на различных масштабных уровнях Вселенной.

7. СИЛА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ

Всё на свете имеет поверхность. Несмотря на разнообразие, многочисленные поверхности характеризуются одним общим свойством: они обладают избытком поверхностной энергии. Поверхность раздела фаз (\aleph_0) двустороннего скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия не является исключением. На границе раздела фаз идут процессы, которые обуславливают самопроизвольное снижение поверхностной энергии. Самопроизвольное снижение поверхностной энергии может вызывать различные физические процессы, связанные с уменьшением величины поверхностной энергии: механические, физико-химические, электрические и тепловые явления, укрупнение частиц, образование сферической и гладкой жидкой поверхности. Практически все перечисленные процессы являются структурообразующими: благодаря им в пространственно-временном континууме возникает вещество и связанные с ним структуры.

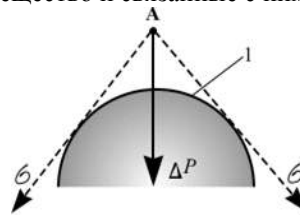


Рисунок 1

Внутреннее давление – это типичное проявление механических процессов, вызванных стремлением к самопроизвольному сокращению поверхностной энергии. На искривленной поверхности жидкости (I) (см. рис 1.) возникает внутреннее давление как равнодействующая поверхностных натяжений в точке А. Оно направлено внутрь перпендикулярно поверхности жидкости и сокращает поверхность раздела фаз до минимальных размеров. Подобное сокращение обуславливает уменьшение поверхностной энергии. Внутреннее давление определяется следующим образом: $\Delta P = 2\sigma/r$, где σ – поверхностное натяжение на границе раздела фаз; r – радиус капли. Чем меньше размеры капель и выше поверхностное натяжение, тем интенсивнее внутреннее давление. Сила поверхностного натяжения направлена по касательной к поверхности жидкости и перпендикулярно к участку контура, на который она действует. Сила поверхностного натяжения – это упругая сила, заменяющая на масштабном уровне элементарных частиц, ядер и атомов, т.е. вблизи границы (поверхности) раздела фаз двустороннего скалярного поля потенциальной энергии, гравитационную силу \vec{F}_G , которая на этом масштабном уровне очень слаба.

В объёмах стремящихся к нулю ($V \rightarrow 0$) круговорот массы с чрезвычайно высокой частотой следования создаёт в пространственно-временном континууме локализованные вихревые диполи – скалярные потенциалы: элементарные электрические заряды – положительные (+q) и отрицательные (-q). Таким образом двустороннее скалярное поле потенциальной энергии преобразуется в электрическое поле вихревых диполей. Электрическое поле – векторное поле, один из компонентов электромагнитного поля.

На границе раздела фаз \aleph_0 двустороннего скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия наравне с силой поверхностного натяжения главную роль играет и электрическое векторное поле. Взаимодействие электрических зарядов (полей) приводит к искривлению поверхности раздела фаз \aleph_0 . В свою очередь, искривление поверхности раздела фаз приводит к движению электрических зарядов.

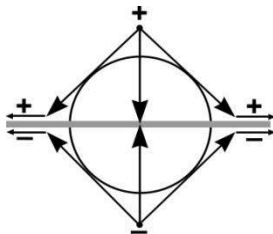


Рисунок 2

На искривленной поверхности раздела фаз возникает внутреннее давление как равнодействующая поверхностных натяжений. Оно направлено внутрь перпендикулярно поверхности раздела фаз и стремится сократить её до минимальных размеров. Сила поверхностного натяжения направлена

по касательной к поверхности раздела фаз и перпендикулярно к участку контура, на который она действует. Это объясняет, почему одноимённые электрические заряды отталкиваются, а разноимённые – притягиваются.

Сила поверхностного натяжения, направленная по касательной, отталкивает одноимённые электрические заряды, а равнодействующая – притягивает разноимённые заряды друг к другу (см. рис 2.).

В результате колебаний поверхности раздела фаз \aleph_0 сила поверхностного натяжения, направленная по касательной, создаёт в сплошной среде волны плотности ($\rho_{вз}$), самостоятельно распространяющиеся в сплошной среде.

Взаимодействие силы поверхностного натяжения и электрического поля создаёт в пространственно-временном континууме новое силовое поле – электромагнитное, источником которого являются нулевые колебания фазы и плотности двустороннего скалярного поля потенциальной энергии взаимодействия.

8. БЕЛЫЕ ДЫРЫ

В пространстве Вселенной существуют как бело-чёрные, так и чёрно-белые дыры – вихревые диполи, различные по своему объёму с величиной $a = 0$, которые воспринимаются сплошной средой как её разрывы.

Физические свойства чёрно-белых – чёрных дыр хорошо описаны в литературе, поэтому рассмотрим только физические свойства бело-чёрных – белых дыр.

В сплошной среде вокруг бело-чёрной дыры активность восстанавливающих гравитационных и поверхностных сил сжатия, пытающихся предотвратить разрыв в сплошной среде, максимальна. Равнодействующая \vec{F}_G поверхностной силы натяжения, направленная в центр бело-чёрной дыры, образует вокруг неё гравитационное поле сжатия (притяжения). Внутри бело-чёрной дыры сохраняются начальные условия ($\omega, -1, \aleph_0, +1, \omega$). Потенциальная энергия скалярного поля преобразуется в потенциальную энергию вещества, т.е. рождаются элементарные частицы, ядра и атомы. Гравитационная сила расширения $\vec{F}_{вз}$ выносит образующееся внутри бело-чёрной дыры вещество наружу.

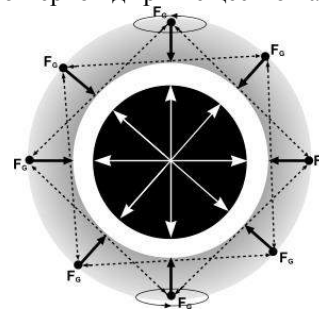


Рисунок 3

Вследствие противодействия гравитационных сил расширения $\vec{F}_{вз}$ и сжатия \vec{F}_G , вещество, об-

разовавшееся внутри бело-чёрной дыры концентрируется на её поверхности (см. рис. 3). В результате вокруг бело-чёрной дыры возникает плотная оболочка из вещества, плотность которого превышает плотность вещества внутри неё. Процесс рождения вещества внутри бело-чёрной дыры сопровождается тепловым излучением, под действием которого вещественная оболочка бело-чёрной дыры разогревается. Поверхность бело-чёрной дыры является поверхностью раздела фаз состояний энергии взаимодействия. Следовательно, поверхность бело-чёрной дыры обладает избытком поверхностной энергии. Самопроизвольное снижение поверхностной энергии приводит к возникновению гладкой, жидкой сферической поверхности бело-чёрной дыры. Одновременно происходит самопроизвольный сброс излишка поверхностной энергии в окружающую среду в виде теплового, светового и других видов излучения.

Так *рождается звезда – белая дыра*. В центре звезды рождается вещество – элементарные частицы, ядра и атомы они гравитационной силой расширения $\vec{F}_{вз}$ выносятся из центра звезды наружу, в её оболочку, увеличивая её плотность и объём – *звезды растут изнутри*.

Основываясь на том, что планета Земля имеет солнцеподобное ядро, можно предположить, что в центре планеты находится бело-чёрная дыра. Вещество, образующееся внутри бело-чёрной дыры, под действием гравитационных волн расширения выносятся из бело-чёрной дыры наружу, образуя вокруг неё оболочку. Постоянное наращивание оболочки бело-чёрной дыры сопровождается её самопроизвольным разогревом, в результате чего образуется горячее ядро планеты с бело-чёрной дырой внутри. Так как планета Земля является динамической системой, то баланс взаимодействия гравитационных сил сжатия и расширения периодически изменяется, что приводит к периодическому охлаждению и разогреву ядра планеты. В период охлаждения верхний слой ядра остывает быстрее внутренних слоёв, вследствие чего образуется горячее ядро, покрытое холодной корой. В период разогрева растёт масса и объём планеты, вследствие этого верхняя холодная кора планеты трескается и раздвигается, обнажая внутренние слои планеты. Гравитационные волны расширения, распространяющиеся из центра Земли, отражаются от твёрдой, холодной поверхности Земли и меняют своё направление. В результате взаимодействия прямых и отраженных гравитационных волн возникает резонанс, т.е. резко увеличивается амплитуда колебания гравитационной волны, что приводит к вулканической деятельности и образованию негладкого рельефа поверхности Земли.

В связи с постоянным ростом массы и объёма риск превратиться в звезду у планеты Земля растёт по экспоненте. Современные исследования палеонтологов подтверждают вышесказанное: на протяжении последних 2,5 миллиардов лет теплые и холодные эпохи чередовались, причем на долю теплых приходится более 80% времени.

Обзор результатов по статистике двойных звезд наглядно показывает частоту их распределения. Среди G-карликов она составляет $60 \pm 6\%$, среди K-карликов – $45 \pm 4\%$, а среди более массивных звезд (гигантов и голубых звезд главной последовательности) частота двойных близка к 100%. Двойные звезды – не редкость, а закономерность в звездном мире. Солнечная система не является исключением. Солнечная система – это система из двух звезд. Одна звезда – Солнце, вторая звезда – Земля.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теория множеств, созданная Георгом Кантором, является фундаментом новой гипотезы происхождения и строения Вселенной. Его глубокую убежденность, что идея трансфинитных чисел была ниспослана ему Богом, подтверждает вышеизложенная гипотеза. Трансфинитное число ω – есть Альфа и Омега, начало и конец Вселенной – $\omega \aleph_0 \omega$.

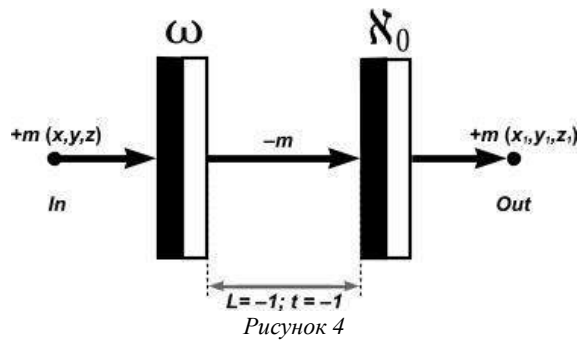
Масштабный уровень пространственно-временного континуума $[\aleph_0, 1]$ – это *микромир*, мир элементарных частиц, ядер атомов, атомов. Пространственно-временной континуум в масштабном диапазоне $[\aleph_0, 1]$ представляет собой *белую дыру*, в которой бесконечно рождается бесконечное множество элементарных частиц, из которых, в свою очередь, строится бесконечная Вселенная!

Масштабный уровень $[\omega, 1, \omega, 2, \omega \dots \omega, n, \omega \dots \omega]$ – это макро-мега мир, поглощающий бесконечное множество элементарных частиц, бесконечно рождающихся в микромире. *Макромир* – мир объединения атомов в устойчивые формы, мир соразмерных человеку величин; это организмы, это сообщества организмов; мир макрообъектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта. *Мега мир* – это мир огромных космических масштабов: планеты, звездные системы, галактики, метagalaktiki.

Масштабный уровень $[\omega, -1, \aleph_0]$ – *тёмный мир, чёрная дыра* поглощающая вещество Вселенной с положительной массой и одновременно – это *белая дыра*, в которой возрождается скалярное поле энергии взаимодействия пространства и времени, которое в дальнейшем преобразуется в массу вещества.

Каждый из этих миров характеризуется своеобразием строения материи, пространственно-временных и причинных отношений, закономерностей движения. Все миры теснейшим образом взаимосвязаны и образуют единую, бесконечную в пространстве и времени, систему – Вселенную, хотя на различных масштабных уровнях пространственно-временного континуума действуют свои специфические закономерности!

В заключение несколько слов о практическом применении вышеизложенной гипотезы. Речь пойдёт о дырочной телепортации, но не о фантастической нуль-транспортировке и не о квантовой телепортации, которая не передаёт энергию или вещество на расстояние, а о самой настоящей телепортации массы вещества на любое заданное наперед расстояние.



В основе принципа дырочной телепортации лежат: полная идентичность всех элементарных частиц в любой точке Вселенной, теория множеств Георга Кантора, двусторонность пространства-времени, закон сохранения энергии, основанный на круговороте массы во Вселенной, и свойства вихревых трубок Гельмгольца, вихревых диполей.

На масштабном уровне Вселенной $[\omega, -1, \aleph_0]$ расстояние \aleph между чёрно-белой дырой ω и бело-чёрной дырой алеф-ноль \aleph_0 является неизменным: $\aleph = |-1| = \mathbf{const}$. Скорость потока отрицательной массы $-m$ в вихревой трубке всегда постоянна и равна константе скорости взаимодействия $v_{вз} = \mathbf{1}$ в естественных единицах измерения или скорости света в системе СИ. Время движения потока отрицательной массы между ω и \aleph_0 также является неизменным: $t = |-1| = \mathbf{const}$, равно единице. Расстояние L между двумя точками $[a$ и $b]$ в положительной области пространственно-временного континуума может быть любым от нуля до бесконечности. В отрицательной области пространственно-временного континуума расстояние L между данными точками $[a$ и $b]$ является постоянным. Часть может быть равна целому. Мощность множества отрицательных чисел равна мощности множества положительных чисел. Мощность множества точек отрезка $[-1, \aleph_0]$ на прямой имеет мощность континуума, так же, как мощность всей прямой, так же как мощность 2-х мерного пространства, 3-х мерного и любого N-мерного пространства.

Постоянство расстояния \aleph между двумя точками $[a$ и $b]$ можно пояснить на таком примере: расстояние между любыми двумя точками лежащими на окружности через центр окружности всегда равно $2R$. Чтобы попасть в заранее выбранную точку на окружности нужно только задать угол между радиусом входа $(A, 0)$ и выхода $(0, B)$.

Из закона сохранения энергии следует: количество положительной массы $+m$ с координатами (x, y, z) равно по абсолютной величине количеству отрицательной массы $-m_{-x,-y,-z}$, которая, в свою очередь, равна по абсолютной величине количеству положительной массе $+m$ с координатами (x_1, y_1, z_1) :

$|+m_{x,y,z}| = |-m_{-x,-y,-z}| = |+m_{x_1,y_1,z_1}|$. Положительная масса $+m_{x,y,z}$ совместно с отрицательной

УДК 537.635

массой $-m$ образуют единый вихревой диполь, состоящий из двух вихрей: один с интенсивностью x, y, z в точке ae^{ia} , другой с интенсивностью $-x, -y, -z$ в точке $-ae^{-ia}$. Отрицательная масса $-m$ совместно с положительной массой $+m_{x_1,y_1,z_1}$ образует единый вихревой диполь, состоящий из двух вихрей: один с интенсивностью $-x, -y, -z$ в точке $-ae^{-ia}$, другой с интенсивностью x_1, y_1, z_1 в точке ae^{ia} .

Вся информация о физических свойствах передаваемого материального тела сохраняется при телепортации.

Вышеизложенный способ дырочной телепортации полностью согласуется с обязательным условием квантовой телепортации: передача информации между двумя точками отправления и приёма осуществляется со скоростью, не превышающей скорость света, в соответствии с основополагающими принципами современной физики.

Для практического применения дырочной телепортации нужно создать только телепорт отправления, приёмный же телепорт уже существует в любой точке пространственно-временного континуума. Им является алеф-ноль \aleph_0 . В момент телепортации материального тела задаются координаты точки приёма данного материального тела, дальше всё происходит автоматически в соответствии с круговоротом массы во Вселенной и законом сохранения энергии.

©2016 Дворцовой Владимир Викторович

Литература:

1. Андрианов А. А., Новиков О. О., Лань Ч. Квантовая космология материи нескольких скалярных полей: некоторые точные решения/А. А. Андрианов, О. О. Новиков, Ч. Лань// Теоретическая и математическая физика. – 2015. – Т. 184. – № 3. – С. 380–391.
2. Игнатъев Ю. Г. Макроскопическая космология ранней вселенной/Ю. Г. Игнатъев// Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. – 2015. – № 3. – С. 16–22.
3. Симанов А. Л. Унификация: космология и физика высоких энергий/А. Л. Симанов// Философия науки. – 2015. – № 1 (64). – С. 35–57.
4. Таганов И. Н. Квантовая космология. Замедление времени/И. Н. Таганов// Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. – 2015. – Т. 65. – С. 89.
5. Халатников И. М., Каменщик А. Ю. Стохастическая космология, теории возмущений и гравитация Лифшица/И. М. Халатников, А. Ю. Каменщик// Успехи физических наук. – 2015. – Т. 185, № 9. – С.
6. Дворцовой В. В. Результат исследования физических свойств поля Хиггса. // Мир современной науки. – 2012. – №5 (14). – С. 11–45.

Фурман Дмитрий Михайлович

аспирант, кафедра ядерно-физических методов исследования,
Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)

Иванов Вячеслав Алексеевич

аспирант, кафедра ядерно-физических методов исследования,
Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)

Фролов Вячеслав Вячеславович

кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник, кафедра ядерно-физических методов исследования,
Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)

Furman D.M.

postgraduate student, Department of Nuclear-Physics Research Methods,
Saint-Petersburg State University

Ivanov V.A.

postgraduate student, Department of Nuclear-Physics Research Methods,
Saint-Petersburg State University

Frolov V.V.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor,
Senior Researcher, Department of Nuclear-Physics Research Methods,
Saint-Petersburg State University

ДАТЧИК ЯМР С УЛУЧШЕННОЙ ОДНОРОДНОСТЬЮ РАДИОЧАСТОТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО МИНИТОМОГРАФА С ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ
ДАТЧИК ЯМР З ПОЛІПШЕНОЮ ОДНОРІДНІСТЮ РАДІОЧАСТОТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО МІНІТОМОГРАФА З ДИНАМІЧНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЄЮ
NMR PROBE WITH IMPROVED RADIOFREQUENCY FIELD HOMOGENEITY FOR LOW-FIELD MINI-SCANNER WITH DYNAMIC POLARIZATION

Аннотация: Описывается конструкция и расчет четырехсекционного датчика сигналов ядерного магнитного резонанса (ЯМР) с улучшенной однородностью радиочастотного поля. Датчик предназначен для работы в низкочастотном (300 кГц) минитомографе с использованием переноса намагниченности. Улучшение однородности достигается оптимизацией распределения витков катушки по секциям. Оптимизация произведена с использованием метода неопределенных множителей Лагранжа. Эксперимент с радиочастотным спиновым эхом показал существенное ослабление паразитного сигнала ЯМР после инвертирующего импульса при использовании секционированного датчика, что подтверждает эффективность примененного подхода к улучшению качества радиочастотного поля.

Ключевые слова: ядерный магнитный резонанс, магнитнорезонансная томография, перенос намагниченности, спад свободной индукции, спиновое эхо, инвертирующий импульс.

Анотація: Описується конструкція і розрахунок чотирьохсекційного датчика сигналів ядерного магнітного резонансу (ЯМР) з поліпшеною однорідністю радіочастотного поля. Датчик призначений для роботи в низькочастотному (300 кГц) мінітомографі з використанням перенесення намагніченості. Поліпшення однорідності досягається оптимізацією розподілу витків намотування по секціях. Оптимізація проведена з використанням методу невизначених множників Лагранжа. Експеримент з радіочастотним спиновим луною показав істотне ослаблення паразитного сигналу ЯМР після інвертирующего імпульсу при використанні секціонированного датчика, що підтверджує ефективність застосованого підходу до поліпшення якості радіочастотного поля.

Ключові слова: ядерний магнітний резонанс, магнітно-резонансна томографія, перенесення намагніченості, спад вільної індукції, спиновий відлуння, інвертується імпульс.

Summary: The design and calculation of four-section nuclear magnetic resonance (NMR) probe with improved radiofrequency field homogeneity is described. The probe is designed to operate in low-frequency (300 kHz) mini-scanner using magnetization transfer. Homogeneity improvement is achieved by optimization of turns' distribution in sections. Optimization is made using the method of Lagrange undetermined multipliers. RF spin echo experiment showed a significant attenuation of spurious NMR signal after the inversion pulse when a sectioned probe is used. It confirms effectiveness of the applied approach to improve the quality of radiofrequency field.

Key words: nuclear magnetic resonance, magnetic resonance imaging, magnetization transfer, free induction decay, spin echo, inversion pulse.

Постановка проблемы, на решение которой направлена представленная публикация, вызвана непрекращающимся стремлением повысить каче-

ство магнитнорезонансных изображений при сокращении финансовых затрат на создание и обслуживание аппаратуры. Одним из путей решения проблемы является использование слабого магнитного

поля [1], [2] с привлечением эффектов ядерно-ядерного и электронно-ядерного переноса намагничённости [3, с. 89, 139].

Анализ последних исследований и публикаций. Конкретной проблемой, которой посвящена данная публикация, является улучшение однородности высокочастотного поля в датчике томографа на основе ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Если проблемам, связанным с однородностью статического магнитного поля в аппаратуре для наблюдения сигналов ядерного магнитного резонанса посвящено большое число публикаций (см., например, [3], [4], [5]), то работы, в которых авторы уделяли бы внимание однородности переменного радиочастотного поля в датчиках, практически не встречаются.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Таким образом, внимание авторов сосредоточено на характеристике одного из важнейших элементов аппаратуры для получения магнитнорезонансных изображений - датчике сигналов ЯМР. Датчик ЯМР служит, во-первых, для облучения исследуемых объектов импульсами радиочастотного поля и, во-вторых, для приёма сигналов ядерной индукции, после обработки которых, в частности, реконструируется магнитнорезонансное изображение (МРИ) [1], [6]. При изложении теории и интерпретации экспериментальных данных предполагается, что переменное магнитное поле одинаково во всём рабочем объёме датчика, однако в действительности всегда присутствует некоторая неоднородность этого поля. В магнитнорезонансной томографии неоднородность радиочастотного поля приводит к артефактам, проявляющимся в неравномерной передаче протонной плотности, искажению изображений с релаксационным контрастом и с усилением контраста с использованием динамической поляризации или ядерно-ядерного переноса намагничённости, а также к ухудшению разрешающей способности прибора. Вредное влияние неоднородности радиочастотного поля в объёме исследуемого образца проявляется и в экспериментах, не связанных с МРИ особенно при изменении времён

релаксации и коэффициента самодиффузии [7]. Основная причина искажений и ошибок состоит в том, что при использовании последовательностей, содержащих импульсы, предназначенные для инверсии вектора макроскопической ядерной намагничённости ("180-градусные импульсы"), не удаётся получить полного отсутствия сигнала спада свободной индукции (ССИ) после инвертирующего импульса, если не принимать специальных мер. Это связано с тем, что радиочастотное поле в датчике неоднородно, поэтому регулировкой параметров импульса (амплитуды и длительности) можно добиться точной инверсии ядерной намагничённости только в небольшой области внутри датчика, и подстройка параметров лишь перемещает эту область и не обеспечивает точную инверсию во всём объёме датчика.

Постановка задачи. Разработать конструкцию цилиндрического датчика низкочастотного ЯМР-томографа для малых объектов с улучшенной однородностью переменного магнитного поля. Датчик предназначен для выполнения модельных экспериментов по повышению информативности МРИ в экспериментах с переносом электронной и ядерной намагничённости.

Методика расчёта датчика. Степень неоднородности поля датчика зависит от типа катушки (цилиндрическая, седлообразная, поверхностная) и деталей конструкции. В представленной публикации рассматривается конструкция и расчёт секционированного цилиндрического датчика, обеспечивающего хорошую однородность радиочастотного поля.

В минитомографе используется 4-х секционный цилиндрический датчик с обмоткой длиной 58 мм и радиусом 28 мм (рис. 1). Улучшение однородности достигается путем оптимизации отношения числа витков в секциях. Целью расчета было получение отношения токов крайних и центральных секций, обеспечивающего наименьшее среднеквадратичное отклонение магнитного поля на оси датчика от постоянной величины.

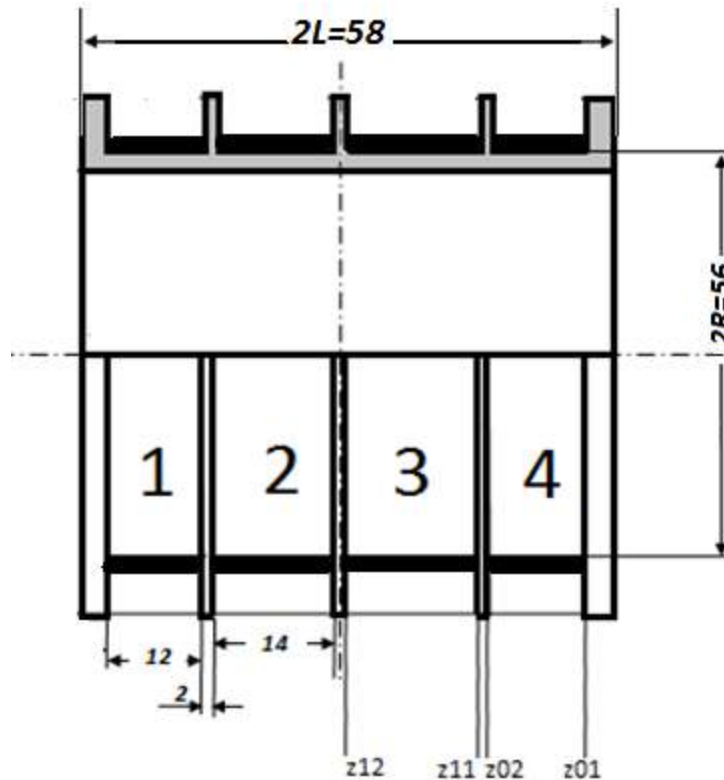


Рис.1. Чертёж датчика.

Расчет производился с использованием метода неопределённых множителей Лагранжа в

среде *Mathcad*. Для расчета полей отдельных секций использовалась известная формула для вычисления поля на оси соленоида с тонкой катушкой [8]:

$$B(z) = \frac{\mu_0 I}{4Z} \left(\frac{-z+Z}{\sqrt{R^2+(z-Z)^2}} + \frac{z+Z}{\sqrt{R^2+(z+Z)^2}} \right) \quad (1)$$

Здесь z - текущая координата вдоль оси соленоида с началом координат в центре датчика;

μ_0 - магнитная постоянная;

I - полный ток (число ампер-витков);

$B(z)$ - поле на оси соленоида в зависимости от координаты z ;

R - радиус катушки;

Z - координата конца соленоида.

Путем подстановки в (1) значений координат краев секций Z_{ik} , обозначенных на рис.1, были получены выражения полей, создаваемых единичным током, $B_1(z)$ для пары наружных секций 1-4 и $B_2(z)$ для пары внутренних секций 2-3. В соответствии с

методом неопределённых множителей Лагранжа (см., например, [9]) с помощью этих выражений были получены коэффициенты a_{ik} системы линейных алгебраических уравнений для оптимальных значений токов (ампер-витков), дающих наименьшее среднеквадратичное отклонение от заданного поля на оси

$$a_{ik} = \int_0^L B_i(z) B_k(z) dz \quad (2)$$

При этом свободные члены системы определяются выражениями

$$c_{ik} = \int_0^L B_i(z) B_0(z) dz \quad (3)$$

В результате была получена система уравнений в матричной форме:

$$\begin{bmatrix} \int_0^L B_1(z)^2 dz & \int_0^L B_1(z) B_2(z) dz \\ \int_0^L B_2(z) B_1(z) dz & \int_0^L B_2(z)^2 dz \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \int_0^L B_1(z) B_0(z) dz \\ \int_0^L B_2(z) B_0(z) dz \end{bmatrix}$$

Здесь индекс 1 относится к наружным секциям, 2 - к внутренним. Решение системы при за-

данном поле на оси $B_0(z)=const$ приводит к значению отношения полного тока (ампер-витков) наружных секций к току внутренних секций

$$\frac{I_1}{I_2} = 3,02 \quad (4)$$

На рис. 2 сравниваются расчетные зависимости поля на оси от координаты для секционированного датчика и датчика с равномерной намоткой.

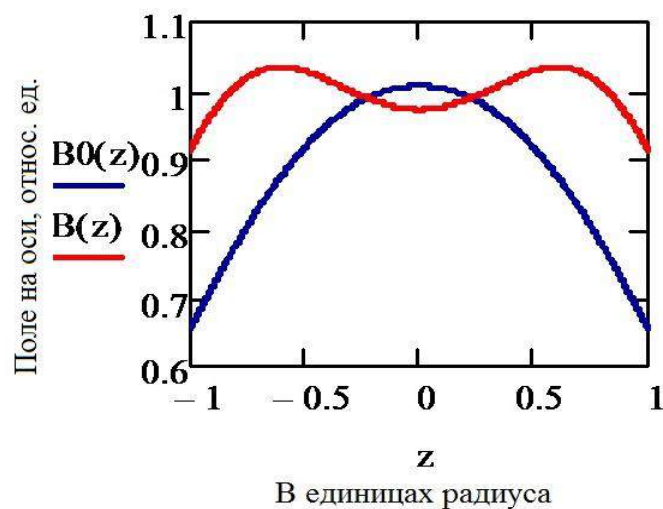


Рис. 2. Расчетные графики для поля на оси датчика с равномерной (кривая с двумя максимумами) и с секционированной (кривая с одним максимумом) намоткой.

Экспериментальные результаты.

Полученный результат (4) был применен при изготовлении ЯМР-датчика для экспериментов по переносу намагниченности в соответствии с рис. 1. Датчик имеет по 14 витков провода "литцендрат" $9 \times 0,07$ мм на внутренних секциях и по 42 витка на наружных и предназначен для работы на частоте

300 кГц, что соответствует магнитному полю около 7 мТл для протонного резонанса. Внутри протонного датчика вставляется седлообразная катушка на цилиндрическом каркасе для электронной поляризации на частоте электронного парамагнитного резонанса. Внешний вид датчика приведен на рис. 3.

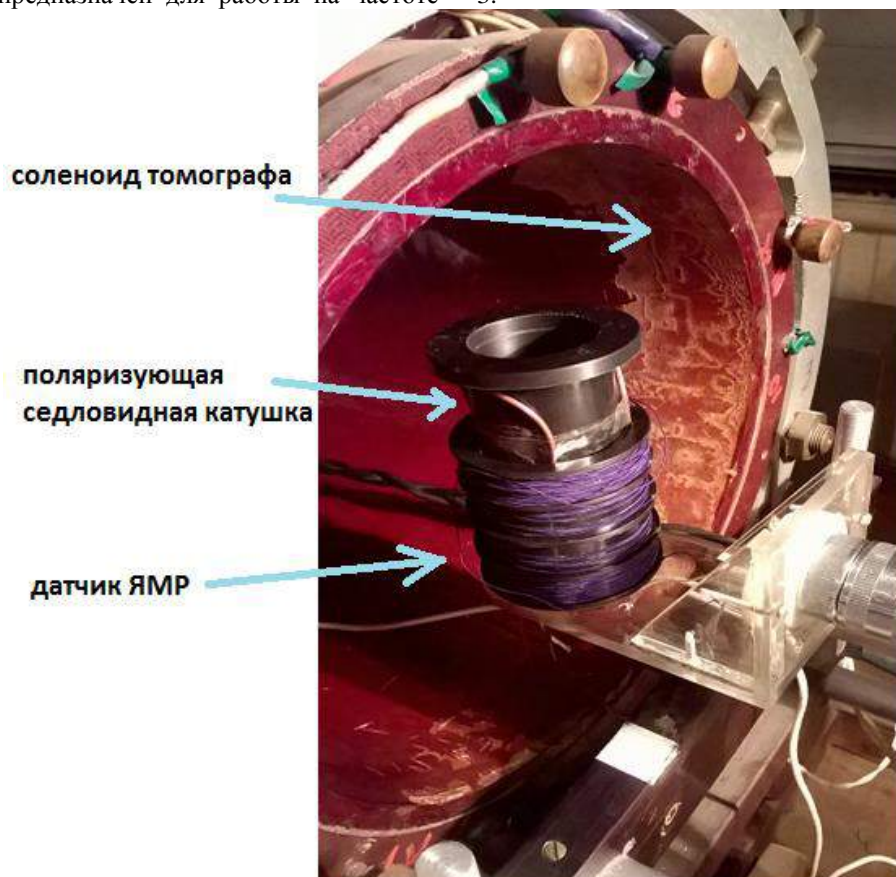


Рис. 3. Внешний вид датчика для электронно-ядерного переноса намагниченности (поляризирующая катушка частично выдвинута).

Для контроля качества однородности радиочастотного поля были сняты зависимости интенсивности сигнала спада свободной индукции (ССИ)

от длительности радиочастотного импульса для изготовленного датчика и датчика с равномерной намоткой (рис. 4). Интенсивность сигнала ЯМР от отдельного

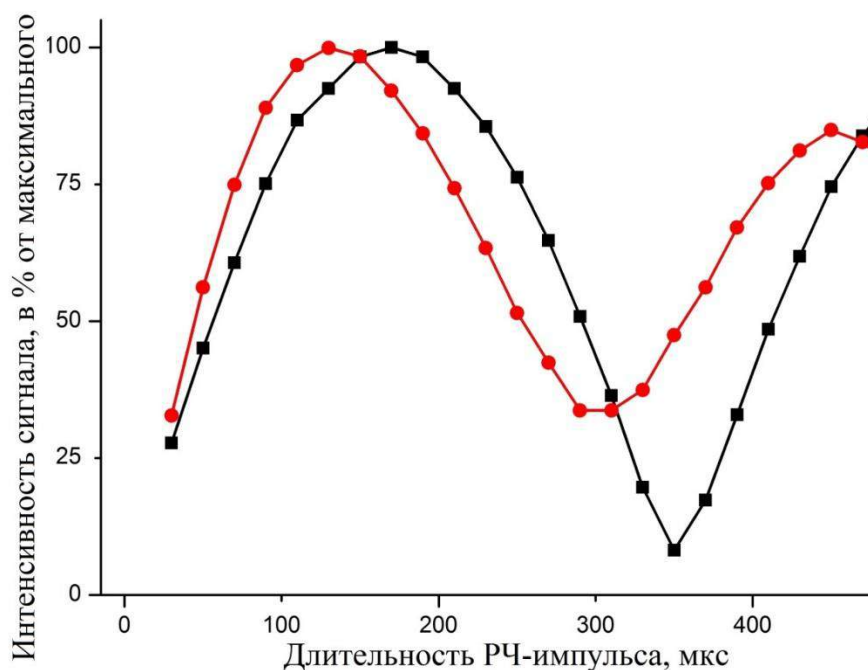


Рис. 4. Графики зависимостей относительной интенсивности сигнала от длительности РЧ-импульса для датчиков с равномерной (кружочки) и секционированной (квадратики) намоткой.

элемента объема пропорциональна проекции вектора ядерной намагниченности на плоскость, перпендикулярную постоянному магнитному полю, т.е. пропорциональна $|\sin \alpha|$, где α - угол поворота вектора ядерной намагниченности радиочастотным импульсом, $\alpha = \gamma B_1 \tau$ (γ - гиромагнитное отношение ядра, B_1 - амплитуда и τ - длительность импульса). Поскольку разные элементы объема находятся в разном поле, то невозможно добиться

нулевой интенсивности ни при какой длительности τ . Однако, чем однороднее поле B_1 , тем минимум зависимости интенсивности от τ будет глубже. Из рис. 4 следует, что минимальный сигнал от стандартного датчика составляет 35% от максимального, тогда как от оптимизированного - 8%.

На рис. 5 и 6 представлены осциллограммы спинового эха Хана, полученные от стандартного (рис. 5) и оптимизированного (рис. 6) датчиков.

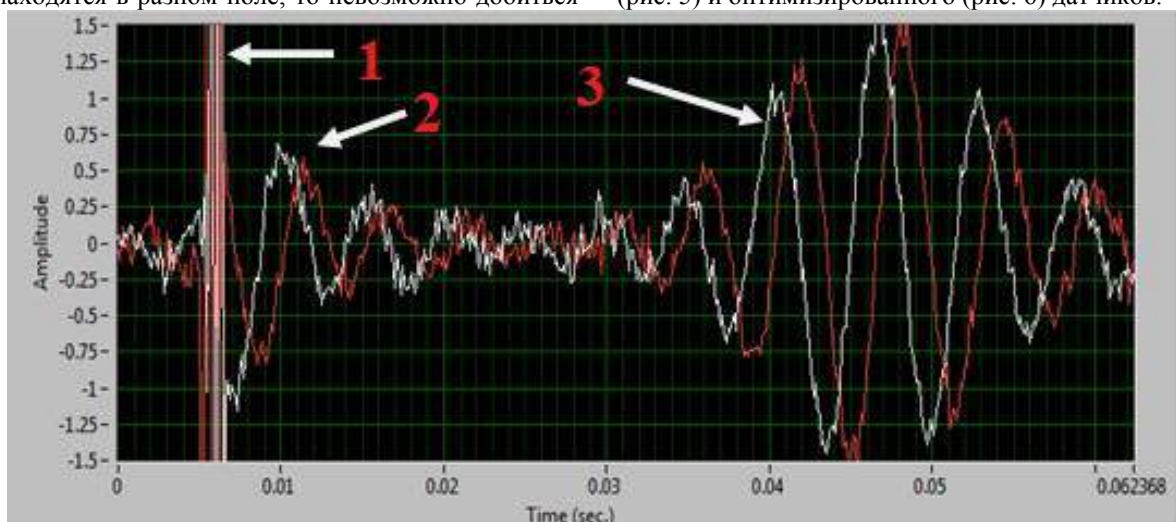


Рис. 5. Осциллограмма сигнала спинового эха, полученного на датчике с равномерной намоткой. 1 - "180°-ный" импульс; 2 - сигнал после "180°-ного" импульса; 3 - сигнал спинового эха.

На осциллограмме рис.6 паразитный ССИ после инвертирующего импульса сравним с уровнем шума, тогда как такой сигнал присутствует при

использовании стандартного датчика (рис.5), что также подтверждает эффективность примененного метода.

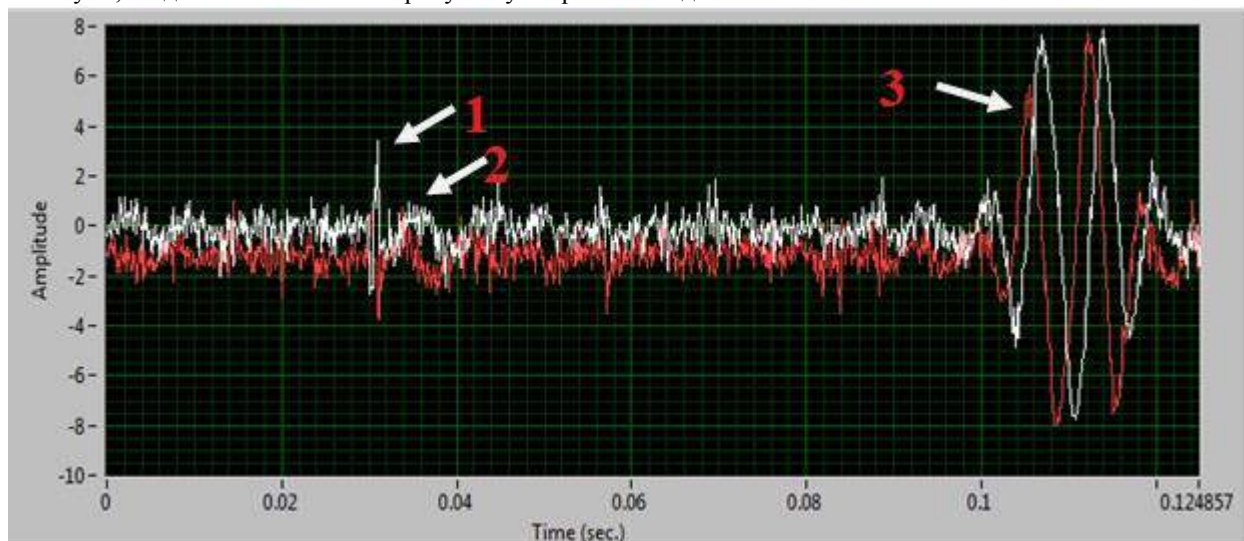


Рис.6. Осциллограмма сигнала спинного эха, полученного на датчике с секционной катушкой. 1- " 180° -ный" импульс; 2- сигнал после " 180° -ного" импульса (не превосходит уровень шума); 3 – сигнал спинного эха.

Выводы. Предложен метод улучшения однородности радиочастотного поля цилиндрических датчиков сигналов ЯМР путем использования оптимизированной неравномерной катушки. Метод реализован на датчике для низкочастотного (300 кГц) минитомографа. Выполнены эксперименты, демонстрирующие эффективность метода.

Список литературы:

1. Богачев Ю.В. Магнитно-резонансная томография в слабом магнитном поле/ Ю.В.Богачев, В.З. Драпкин., М.Н.Князев, Е.П. Попечителей, И.С. Разин, В.В. Фролов. - СПб: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", - 2013. - 212 с.
2. Андреев Н.К. Методы и приборы низкочастотной релаксационной ЯМР-интроскопии. - Казань: Изд. отд. КГЭУ, - 2003.- 288 с.
3. Богачев Ю.В. Диагностический магнитный резонанс/ Ю.В. Богачев, М.Н. Князев, Я.Ю.

Марченко, А.Н. Наумова, К.В. Тютюкин, В.А. Фокин, В.В. Фролов, Ю.С. Черненко. - СПб, Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", - 2013. - 212 с.

4. Lugansky L. B.: On optimal synthesis of magnetic fields. Meas. Sci. Technol. 1990. Vol.1. P. 53-58.
5. Chizhik V. I. Magnetic Resonance and Its Applications/ V.I. Chizhik, Yu.S. Chernyshev, A.V. Donets, V.V. Frolov, A.V. Komolkin, M.G. Shelyaripina. - Springer, - 2014. -782 p. DOI 10.107/978-3-319-05299-1.
6. Ринкк П.А. Магнитный резонанс в медицине. М.: Гэотар-Мед, - 2003. - 248 с.
7. Чижик В.И. Ядерная магнитная релаксация. СПб: Изд-во СПбГУ, - 2003 - 143 с.
8. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высш. школа, - 1983. - 463 с.
9. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров/ Корн Г., Т. Корн. М.: Наука. - 1984. - 831 с.

Шукюрова Г. Д.,

*Доктор философии по математическим наукам,
Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан*

Маммедова Дж. Дж.,

*Кандидат физико-математических наук,
Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан*

Аббасова Х. Э.,

*Кандидат физико-математических наук,
Азербайджанский Государственный Экономический Университет, г. Баку, Азербайджан*

ОБ ОДНОЙ НЕЛОКАЛЬНОЙ ПО ВРЕМЕНИ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ ПСЕВДОПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА С ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ НЕЙМАНА

Аннотация

В работе рассмотрена краевая задача для псевдопараболического уравнения четвертого порядка с граничными условиями Неймана. Для рассматриваемой задачи вводится определение классического решения. Доказываются существование и единственность классического решения.

Ключевые слова: псевдопараболическое уравнение, граничные условия Неймана, классическое решение.

Abstract

The boundary value problem for fourth order pseudo-parabolic equation with Neumann boundary conditions is considered. It's introduced the definition of a classical solution for considered problem. The existence and uniqueness of classical solution are proved.

Keywords: pseudo-parabolic equation, Neumann boundary conditions, classical solution.

В области $D_T = \{(x,t) : 0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq T\}$ рассмотрим уравнение:

$$u_t(x,t) - \alpha u_{txx}(x,t) + \beta u_{xxxx}(x,t) = f(x,t) \quad (1)$$

при условиях

$$u_x(0,t) = u_x(1,t) = 0, \quad u_{xxx}(0,t) = u_{xxx}(1,t) = 0 \quad (0 \leq t \leq T) \quad (2)$$

$$u(x,0) + \delta u(x,T) = \varphi(x) \quad (0 \leq x \leq 1), \quad (3)$$

где $\alpha > 0, \beta > 0, \delta$ – заданные числа, $f(x,t), \varphi(x)$ – заданные функции, а $u(x,t)$ – искомая функция.

Определение. Под классическим решением задачи (1)-(3) понимаем функцию $u(x,t)$, непрерывную в замкнутой области D_T вместе со всеми своими производными, входящими в уравнение (1)

и удовлетворяющую условиям (1)-(3) в обычном смысле.

Для решения вопроса единственности классического решения задачи (1)-(3) важную роль играет следующая

Лемма 1. Пусть $y(t) \in C'[0, T], y'(t) \leq 0, y''(t) \geq 0$ при $t \in [0, T]$,

$y(0) - \delta^2 y(T) = 0$ ($-1 < \delta < 1$), тогда $y(t) \equiv 0$ при $t \in [0, T]$.

Теорема 1. Если $-1 < \delta < 1$, то задача (1)-(3) не может иметь более одного классического решения.

стим, что существуют два решения рассматриваемой задачи $u_1(x,t)$ и $u_2(x,t)$. Рассмотрим разность

$$v(x,t) = u_1(x,t) - u_2(x,t).$$

Доказательство. Доказательство этой теоремы проводится по следующей схеме [1]: допу-

Очевидно, что функция $v(x,t)$ удовлетворяет однородному уравнению

$$v_t(x,t) - \alpha v_{txx}(x,t) + \beta v_{xxxx}(x,t) = 0 \quad (4)$$

$$\text{и условиям } v_x(0,t) = v_x(1,t) = 0,$$

$$v_{xxx}(0,t) = v_{xxx}(1,t) = 0 \quad (0 \leq t \leq T), \quad (5)$$

$$v(x,0) + \delta v(x,T) = 0 \quad (0 \leq x \leq 1). \quad (6)$$

Докажем, что $v(x,t)$ тождественно равна нулю. Очевидно, что для существования классического решения задачи (1)-(3) необходимо выполнение условий согласования:

$$\varphi'(0) = \varphi'(1) = \varphi'''(0) = \varphi'''(1) = 0.$$

Умножим обе части уравнения (4) на функцию $2v(x,t)$ и проинтегрируем полученное равенство по x от 0 до 1:

$$2 \int_0^1 v_t(x,t)v(x,t)dx - 2\alpha \int_0^1 v_{txx}(x,t)v(x,t)dx + 2\beta \int_0^1 v_{xxxx}(x,t)v(x,t)dx = 0 \quad (7)$$

Пользуясь граничными условиями (5), имеем:

$$2 \int_0^1 v_t(x,t)v(x,t)dx = \frac{d}{dt} \int_0^1 v^2(x,t)dx,$$

$$\begin{aligned} 2 \int_0^1 v_{txx}(x,t)v(x,t)dx &= 2(v_{tx}(1,t)v(1,t) - v_{txx}(0,t)v(0,t)) - 2 \int_0^1 v_{tx}(x,t)v(x,t)dx = \\ &= \frac{d}{dt} \int_0^1 v_x^2(x,t)dx, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \int_0^1 v_{xxx}(x,t)v(x,t)dx &= 2(v_{xxx}(1,t)v(1,t) - v_{xxx}(0,t)v(0,t)) - 2 \int_0^1 v_{xxx}(x,t)v_x(x,t)dx = \\ &= -2(v_{xx}(1,t)v_x(1,t) - v_{xx}(0,t)v_x(0,t)) + \int_0^1 v_{xx}^2(x,t)dx. \end{aligned}$$

Тогда, из (7) получим:

$$\frac{d}{dt} \int_0^1 v^2(x,t)dx + \alpha \frac{d}{dt} \int_0^1 v_x^2(x,t)dx + 2\beta \int_0^1 v_{xx}^2(x,t)dx = 0.$$

Введем обозначение $y(t) = \int_0^1 (v^2(x,t) + \alpha v_x^2(x,t))dx \geq 0$. Очевидно, что

$$y'(t) = \frac{d}{dt} \left(\int_0^1 (v^2(x,t) + \alpha v_x^2(x,t))dx \right) = -2\beta \int_0^1 v_{xx}^2(x,t)dx \leq 0.$$

Отсюда, с учётом (6), получим:

$$y(0) - \delta^2 y(T) = \int_0^1 ((v^2(x,0) - \delta^2 v^2(x,T)) + \alpha (v_x^2(x,0) - \delta^2 v_x^2(x,T)))dx = 0.$$

Пользуясь леммой, имеем:

$$y(t) \equiv \int_0^1 (v^2(x,t) + \alpha v_x^2(x,t))dx \equiv 0 \tag{8}$$

Отсюда заключаем, что $v(x,t) \equiv 0, v_x(x,t) \equiv 0$. Тем самым доказывается, что $v(x,t) \equiv 0$. (3), то $u_1(x,t) \equiv u_2(x,t)$. Отсюда следует, что если решение задачи (1)-(3) существует, то оно единственно. Теорема доказана.

Таким образом, если существуют два классических решения $u_1(x,t)$ и $u_2(x,t)$ задачи (1)-

Известно, что система [2]

$$1, \cos \lambda_1 x, \dots, \cos \lambda_k x, \dots \quad (k = 1, 2, \dots) \tag{9}$$

образует в $L_2(0,1)$ ортогональный базис, полна в $L_2(0,1)$, то каждое классическое решение задачи (1)-(3) имеет вид:

$$u(x,t) = \sum_{k=0}^{\infty} u_k(t) \cos \lambda_k x \quad (\lambda_k = \pi k) \tag{10}$$

где

$$u_0(t) = \int_0^1 u(x,t)dx,$$

$$u_k(t) = 2 \int_0^1 u(x,t) \cos \lambda_k x dx \quad (k = 1, 2, \dots).$$

Применяя формальную схему метода Фурье, для определения искоемых коэффициентов $u_k(t)$ ($k=0,1,\dots$) функции $u(x,t)$ из (1) и (3) получаем:

$$u'_0(t) = f_0(t) \quad (0 \leq t \leq T) \quad (11)$$

$$(1 + \alpha\lambda_k^2)u'_k(t) + \beta\lambda_k^4 u_k(t) = f_k(t) \quad (k=1,2,\dots; 0 \leq t \leq T) \quad (12)$$

$$u_k(0) + \delta u_k(T) = \varphi_k \quad (k=0,1,\dots), \quad (13)$$

где $\varphi_0 = \int_0^1 \varphi(x) dx$, $f_0(t) = \int_0^1 f(x,t) dx$,

$$\varphi_k = 2 \int_0^1 \varphi(x) \cos \lambda_k x dx, \quad f_k = 2 \int_0^1 f(x,t) \cos \lambda_k x dx, \quad (k=1,2,\dots).$$

Решая задачу (11)-(13), находим:

$$u_0(t) = (1 + \delta)^{-1} \left\{ \varphi_{10} - \delta \int_0^T f_{10}(\tau) d\tau \right\} + \int_0^t f_{10}(\tau) d\tau, \quad (14)$$

$$u_k(t) = \rho_k(T) e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2} t} \varphi_k + \frac{1}{1+\alpha\lambda_k^2} \int_0^t f_k(\tau) e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2}(t-\tau)} d\tau - \frac{\delta\rho_k(T)}{1+\alpha\lambda_k^2} \int_0^T f_k(\tau) e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2}(T+t-\tau)} d\tau, \quad (15)$$

где

$$\rho_k(T) = \left(1 + \delta e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2} T} \right)^{-1} \quad (k=1,2,\dots).$$

Очевидно, что

$$u'_k(t) = \frac{1}{1+\alpha\lambda_k^2} - \frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2} \left\{ \rho_k(T) e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2} t} + \frac{1}{1+\alpha\lambda_k^2} \int_0^t f_k(\tau) e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2}(t-\tau)} d\tau - \frac{\delta\rho_k(T)}{1+\alpha\lambda_k^2} \int_0^T f_k(\tau) e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2}(T+t-\tau)} d\tau \right\}. \quad (16)$$

Справедлива следующая

Теорема 2. Пусть

- $\varphi(x) \in C^4[0,1]$, $\varphi^5(x) \in L_2(0,1)$ и $\varphi'(0) = \varphi'(1) = \varphi'''(0) = \varphi'''(1) = 0$.
- $f(x,t)$, $f_x(x,t)$, $f_{xx}(x,t) \in C(D_T)$, $f_{xxx}(x,t) \in L_2(D_T)$, $f_x(0,t) = f_x(1,t) = 0$ ($0 \leq t \leq T$).

- $-1 < \delta < 1$, $1 + \delta e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2} T} \neq 0$ ($k=1,2,\dots$), $1 - |\delta| e^{-\frac{\beta\lambda_k^4}{1+\alpha\lambda_k^2} T} \neq 0$.

Тогда функция

$$u(x,t) = (1 + \delta)^{-1} \left\{ \int_0^t \varphi(x) dx - \delta \int_0^T \int_0^1 f(x,t) dx dt \right\} + \int_0^t \int_0^1 f(x,\tau) dx d\tau +$$

$$+ \sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \rho_k(T) e^{-\frac{\beta \lambda_k^4}{1+\alpha \lambda_k^2} t} \varphi_k + \frac{1}{1 + \alpha \lambda_k^2} \int_0^t f_k(\tau) e^{-\frac{\beta \lambda_k^4}{1+\alpha \lambda_k^2} (t-\tau)} d\tau - \right.$$

$$\left. - \frac{\delta \rho_k(T)}{1 + \alpha \lambda_k^2} \int_0^T f_k(\tau) e^{-\frac{\beta \lambda_k^4}{1+\alpha \lambda_k^2} (T+t-\tau)} d\tau \right\} \cos \lambda_k x. \quad (17)$$

является классическим решением задачи (1)-(3).

Доказательство. Нетрудно убедиться, что

$$\alpha \lambda_k^2 < 1 + \alpha \lambda_k^2 < (1 + \alpha) \lambda_k^2, \quad \rho_k(T) \leq \left(1 - |\delta| e^{-\frac{\beta \pi^2}{1+\alpha \pi^2}} \right)^{-1} \equiv \rho(T).$$

Учитывая эти оценки, из (15) и (16), соответственно, получим:

$$\left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\lambda_k^5 \|u_k(t)\|_{C[0,T]} \right)^2 \right)^{1/2} \leq \sqrt{2} \rho(T) \|\varphi^{(5)}\|_{L_2(0,T)} +$$

$$+ \sqrt{2} \alpha^{-1} (1 + |\delta| \rho(T)) \sqrt{T} \|f_{xxx}(x,t)\|_{L_2(D_T)}, \quad (18)$$

$$\left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\lambda_k^3 \|u'_k(t)\|_{C[0,T]} \right)^2 \right)^{1/2} \leq \sqrt{3} \alpha^{-1} \| \|f_x(x,t)\|_{L_2(0,T)} \|_{C[0,T]} +$$

$$+ \sqrt{3} \beta \alpha^{-1} \rho(T) \|\varphi^{(3)}(x)\|_{L_2(D_T)} + \sqrt{3} \beta \alpha^{-2} (1 + |\delta| \rho(T)) \sqrt{T} \|f_x(x,t)\|_{L_2(D_T)}. \quad (19)$$

Далее, из (14) и (11), соответственно, имеем:

$$\|u_{10}(t)\|_{C[0,T]} \leq |1 + \delta|^{-1} \|\varphi(x)\|_{L_2(0,T)} + (1 + |\delta| |1 + \delta|^{-1}) \sqrt{T} + \|f(x,t)\|_{L_2(0,T)} \quad (20)$$

$$\|u'_{10}(t)\|_{C[0,T]} \leq \| \|f(x,t)\|_{L_2(0,T)} \|_{C[0,T]}. \quad (21)$$

Очевидно, что

$$|u(x,t)| \leq \|u_0(t)\|_{C[0,T]} + \left(\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-10} \right)^{1/2} \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\lambda_k^5 \|u_k(t)\|_{C[0,T]} \right)^2 \right)^{1/2}, \quad (22)$$

$$|u_t(x,t)| \leq \|u'_0(t)\|_{C[0,T]} + \left(\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-10} \right)^{1/2} \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\lambda_k^3 \|u'_k(t)\|_{C[0,T]} \right)^2 \right)^{1/2}, \quad (23)$$

$$|u_{xxxx}(x,t)| \leq \left(\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-2} \right)^{1/2} \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\lambda_k^5 \|u_k(t)\|_{C[0,T]} \right)^2 \right)^{1/2}, \quad (24)$$

$$|u_{ttx}(x,t)| \leq \left(\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-6} \right)^{1/2} \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\lambda_k^3 \|u'_k(t)\|_{C[0,T]} \right)^2 \right)^{1/2}. \quad (25)$$

Из (22)-(25), с учётом (18)-(21) следует, что функции $u(x,t)$, $u_t(x,t)$, $u_{xxx}(x,t)$, $u_{txx}(x,t)$ непрерывны в D_T . Непосредственной проверкой легко убедиться, что функции $u(x,t)$ удовлетворяют уравнению (1) и условиям (2), (3) в обычном смысле. Теорема доказана.

УДК 530.3.

29.00.00 Фундаментальная

физика

УДК 530.18 (УДК 530.10(075.4))

Список использованной литературы

1. Смирнов В.И., Курс высшей математики, том V, Москва, 1957.
2. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н., Сборник задач по математической физике, Москва, 1972.

Яловенко Сергей Николаевич

*с.н.с. ХНУРЭ, Харьков, Украина *email: serg33net@mail.ru*

ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИИ

Рассматривается природа физических явлений – теория гравитации, гравитация черной дыры, гравитационное взаимодействие, электрический заряд, природа тяготения и гравитации.

Ключевые слова: гравитация, чёрная дыра, гравитационное взаимодействие, физика эфира, закон Кулона, заряд, природа тяготения и гравитации.

Author Yalovenko S. N.

Black limit. Part 14.4.

We consider the nature of physical phenomena - the theory of gravity, the gravity of the black hole, the gravitational interaction, electric charge, the nature of gravity, and gravity.

Keywords: gravity, black hole, the gravitational interaction, physics, ether, Coulomb's law, charge, the nature of gravity, and gravity.

В предыдущих работах проводились исследования по гравитации. В результате эфирного парадокса было установлено, что гравитация, которая

обратно пропорциональна квадратам расстояния (1), есть приближение некоторой более полной формулы описывающую эту гравитацию(2,3).

$$F_{\text{гравитации}}(r) = GMm \times [1/r^2] \quad (1)$$

$$F_{\text{гравитации}}(r) = GMm \times [1/(\Delta r^2 + r^2)] \quad (2)$$

$$F_{\text{гравитации}}(r) = GMm \times [1/(\Delta r^2 + (f(r) + r)^2)] \quad (3)$$

Была выдвинута гипотеза, что возможно эта функция есть нормальным процессом.

$$F_{\text{гравитации}}(r) = GMm \times [1/(\Delta r)^2] \times \exp(-G1 \times r^2) \quad (4)$$

Гипотеза была выдвинута на основании водоворотной теории из утверждения, что если на тело действует множество равнозначных по величине сил, то поведение этого тела будет описываться нормальной функцией.

Из проведенных экспериментов и моделирований оказалось, что это не соответствует выдвинутой гипотезе (рис.1).

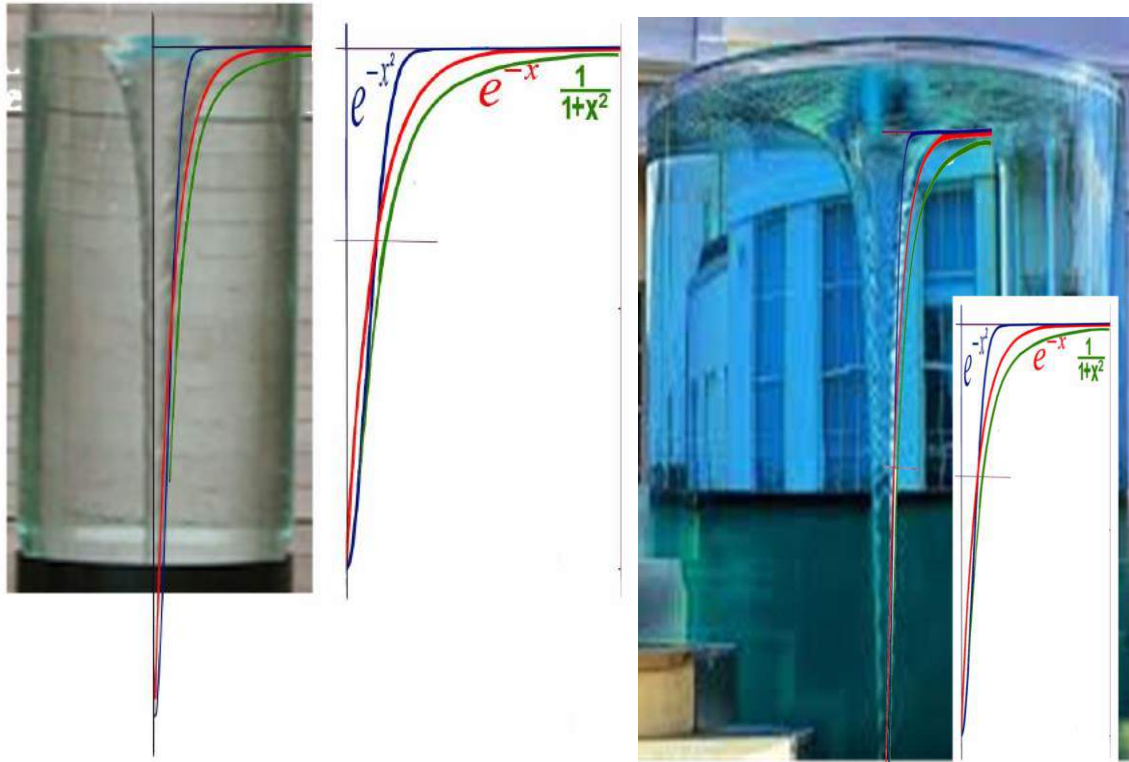


Рис.1. Моделирования водоворота.

Поведение водоворотов ближе описывается экспоненциальной функцией $A \exp(-r/\sigma)$ ($Ae^{-r/\sigma}$), что потребовало отказаться от ранее выдвинутой гипотезы. Возможно для световых процессов экспонента ближе по своей природе. Так экспонентой описывается радиоактивный распад вещества, а так же ранее выводимый процесс стирания света при

прохождении его через эфир, отвечающий за красное смещение спектра звезд, в зависимости от расстояния (рис.2.), ошибочно принимающиеся за расширение и расширение с ускорением звездных масс (галактик, вселенной).

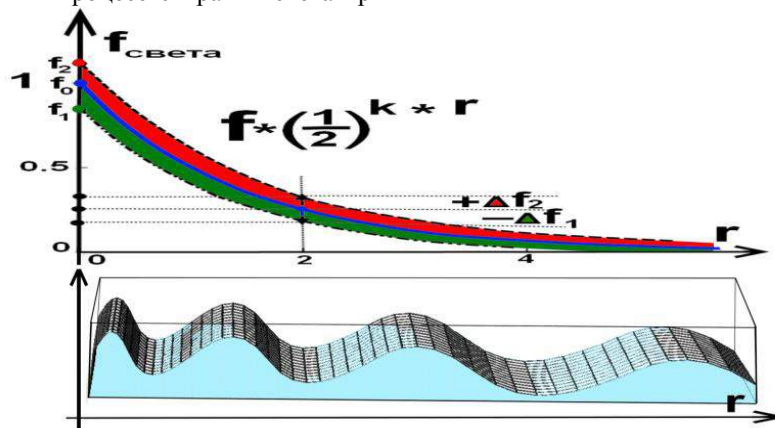


Рис.2. Модель потери энергии света при прохождении через эфир.

С учетом вышесказанного формулу (3) можно записать как:

$$G_{\text{гравитации}}(r) = GMm \times [1/(\Delta r^2 + r^2)] \times f_1(r) \tag{5}$$

Где $f_1(r)$ –весовая функция, отражающая экспоненциальные процессы при формировании гравитации.

формула (3) - через искривление пространства, формула (5) - через весовую функцию.

Формула (3) и (5) равны и представляют собой разные формы записи одной и той же функции,

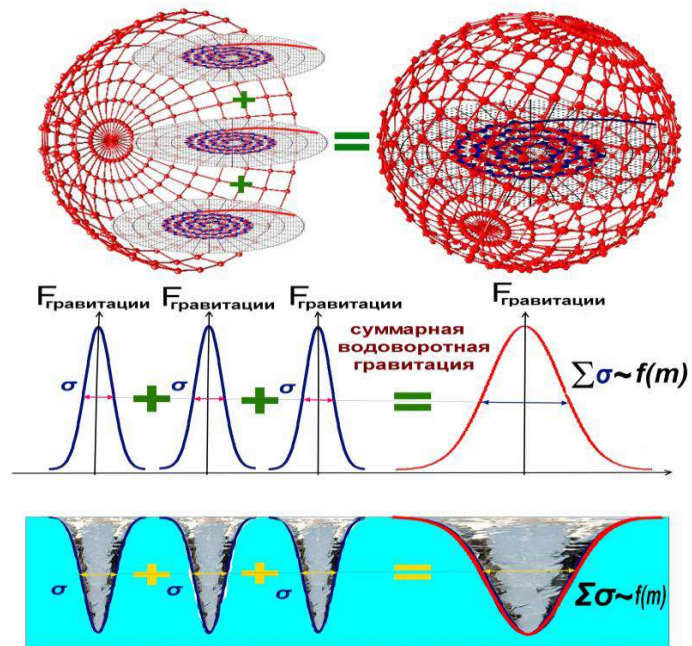


Рис.3. Суммирование дисперсий σ водоворотов.

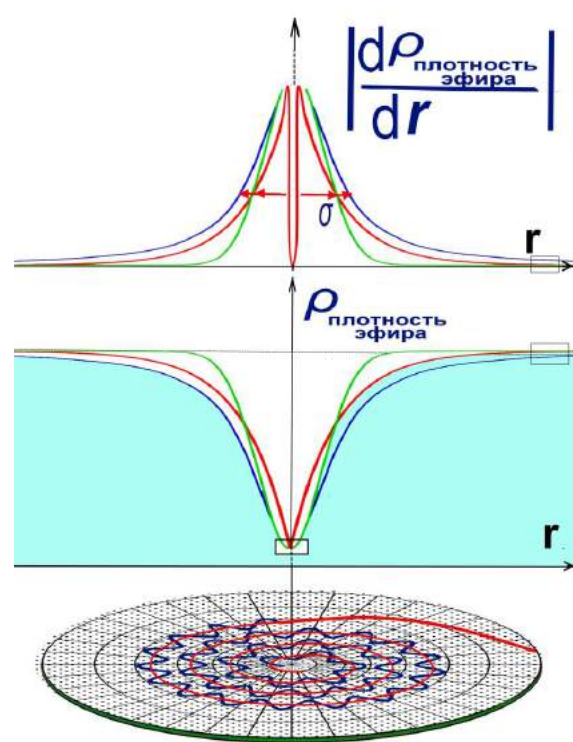


Рис.4.Изменение плотности эфира и гравитации в водовороте элементарной частицы..

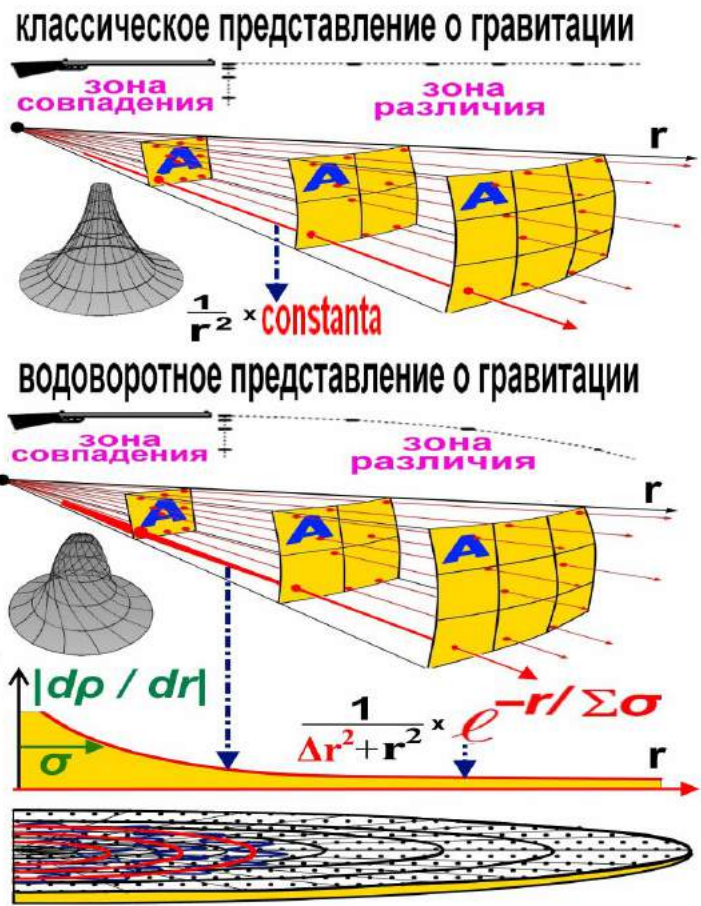


Рис.5. Модель гравитации представленной суммой плоских водоворотов.

Изначально в эфирной теории гравитация была представлена суммой гравитаций плоских,

статистически равномерно вращающихся эфирных водоворотов (6),(7).

$$F_{гравитации}(r) = P(\lambda, \beta) f_{водоворота}(\Sigma \rho \text{ плотность эфира протонов}(r)) \quad (6)$$

Где $P(\lambda, \beta) = 1/r^2$ – это не гравитация, а статистическое распределение суммарной эфирной плотности гравитационных центров эфирных водоворотов (протонов).

эфирная плотность распределения протонов в пространстве, $f_{водоворота}(\Sigma \rho \text{ плотность эфира протонов}(r))$ - функция суммарной гравитации от протонных водоворотов, зависящая от сформированного ими суммарного градиента (дифференциала, приращения) плотности эфира.

Где $P(\lambda, \beta)$ – вероятностная функция распределения по углам λ и β , ρ плотность эфира протонов(r) – эфирная плотность распределения протона в пространстве, $\Sigma \rho$ плотность эфира протонов(r) – суммарная

Гравитация протонного водоворота представлялась как:

$$f_{водоворота}(\sum_{i=1}^M \rho_{i-\text{плотность эфира-протонов}}(r)) = \frac{\partial \rho_{\text{плотность эфира-протонов}}}{\partial r} \quad (7)$$

где $f_{водоворота}(\Sigma \rho \text{ плотность эфира протонов}(r))$ - гравитационная функция от суммарной плотности, создаваемая водоворотами.

рис.3,4,5. Полученная из модельных экспериментов формула распределения плотности эфира для протона равна:

Процесс формирования суммарной плотности от плоских протонных водоворотов показан на

$$\rho \text{ плотность эфира протона } (r) = \rho + (r) = \rho_0 \times (1 - e^{-r/\sigma}) \quad (8)$$

Производная от формулы (8) или гравитация, создаваемая одним протонным водоворотом равна:

$$|\partial \rho \text{ плотность эфира протонов} / \partial r| =$$

$$=|\partial\rho + /\partial r|= \rho_0 \times 1/\sigma \times e^{-r/\sigma} = (m_0/\sigma) \times e^{-r/\sigma} \quad (9)$$

Где m_0 – масса протона, ρ_0 – начально создаваемая водоворотом эфирная плотность протона, σ – дисперсия водоворота.

Вычислим суммарную гравитацию создаваемую водоворотами: $f_{\text{водоворота}}(\sum \rho_{\text{плотность эфира протонов}}(r)) = |\partial\rho + /\partial r| =$

$$\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^m \frac{m_0}{\sigma} \times \ell^{-r_{i,j}/\sigma} = M \times m \times \frac{1}{\sigma} \times \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^m \ell^{-r_{i,j}/\sigma} = M \times m \times \frac{1}{\sigma} \times \ell^{-r/(\sigma \times (M+m))} \quad (10)$$

Получим, что гравитация суммарного протонного водоворота равна:

$$f_{\text{водоворота}}(\sum \rho_{\text{плотность эфира протонов}}(r)) = Mm \frac{1}{\sigma} \ell^{-r/\sigma(M+m)} \quad (11)$$

Подставим значение формулы (11) в формулу (6), получим:

$$F_{\text{гравитации}}(r) = P(\lambda, \beta) Mm \frac{1}{\sigma} \ell^{-r/\sigma(M+m)} \quad (12)$$

Где $P(\lambda, \beta) = 1/r^2$, подставим её в формулу (12) и получим:

$$F_{\text{гравитации}}(r) = \frac{1}{r^2} Mm \frac{1}{\sigma} \ell^{-r/\sigma(M+m)} \quad (13)$$

Сравнивая с классической формулой гравитации

$$F_{\text{гравитации}}(r) = GMm \times [1/r^2]$$

видим, что

$$G = 1/\sigma$$

гравитационная постоянная обратно пропорциональна дисперсии ($G = 6,6 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$) тогда

$$F_{\text{гравитации}}(r) = GMm \frac{1}{r^2} \ell^{-r/\sigma(M+m)} \quad (14)$$

Так как величина $e^{-r/(\sigma(M+m))} \approx 1$ на соизмеримых расстояниях при $r \ll \sigma Mm$ то расширенная формула для гравитации (14) примет классический вид с достаточно хорошей степенью приближения:

$$F_{\text{гравитации}}(r) \approx GMm \times [1/r^2]$$

Как видно классическая формула гравитации (1) является приближением от расширенной формулы гравитации (14).

с учетом согласования размерности для суммы водоворотов в одном килограммометре дисперсия равна:

$$\sigma = 0,15 \times 10^{11} \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1}.$$

Исходя из этого, суммарная расширенная формула для гравитации, совмещенная по размерности, будет равна:

Самая близкая механическая модель гравитации это стрельба из ружья, приводимая в предыдущих работах. В зоне, где скорость пули можно считать приближенно постоянной ($V_{\text{пули}} = \text{CONSTANT}$) давления на стены мишени пропорциональны квадрату расстояния ($1/r^2$, как показано на рис.5), в нашем случае это зона до Плутона. Но на более длительные расстояния надо учитывать потерю энергии пули. Для этого необходимо умножить $1/r^2$ на $\exp(-r/K \times W_{\text{энергия}})$. Где $W_{\text{энергия}}$ – энергия пули (в нашем случае на $e^{-r/\Sigma\sigma}$ – на

коэффициент изменения суммарной плотности эфира), σ – коэффициент, определяющий скорость изменения величины $e^{-r/\sigma}$ и называется *постоянной* экспоненты (рис.6), аналог среднеквадратического отклонения для нормального закона распределения, и по аналогии можно называть дисперсией.

В степенной функции работает принцип половина от половины или если вы потеряли половину энергии при прохождении расстояния r , то на следующем интервале r вы потеряете половину от половины энергии. Вы как бы выстреливаете с половины пути r половинной энергией.

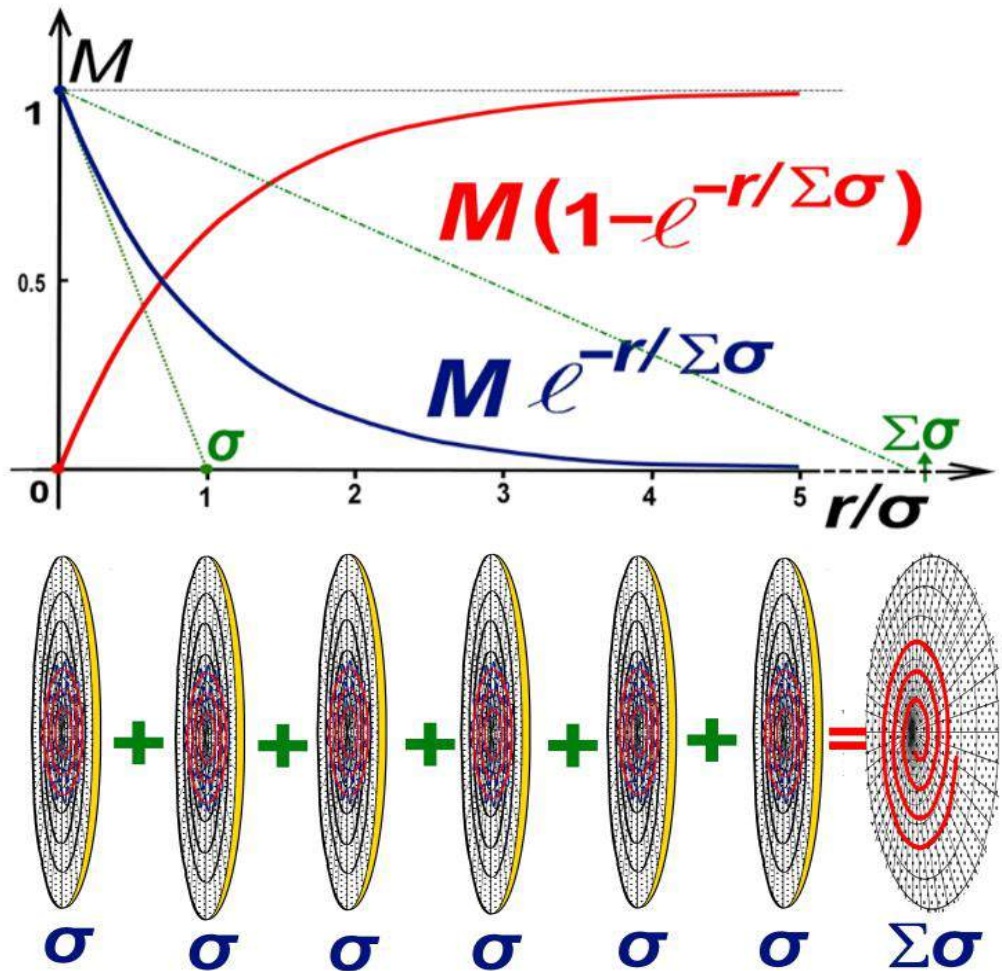


Рис.6. Сложение дисперсий водоворотов при формировании суммарной изменяющейся плотности эфира.

Все выше изложенные взгляды на гравитацию отображали собой изначальное эфирное представление о гравитации, как об изменяющейся

плотности эфира, упрощёно и в доступной форме показанной на рис.7.

Теория гравитации

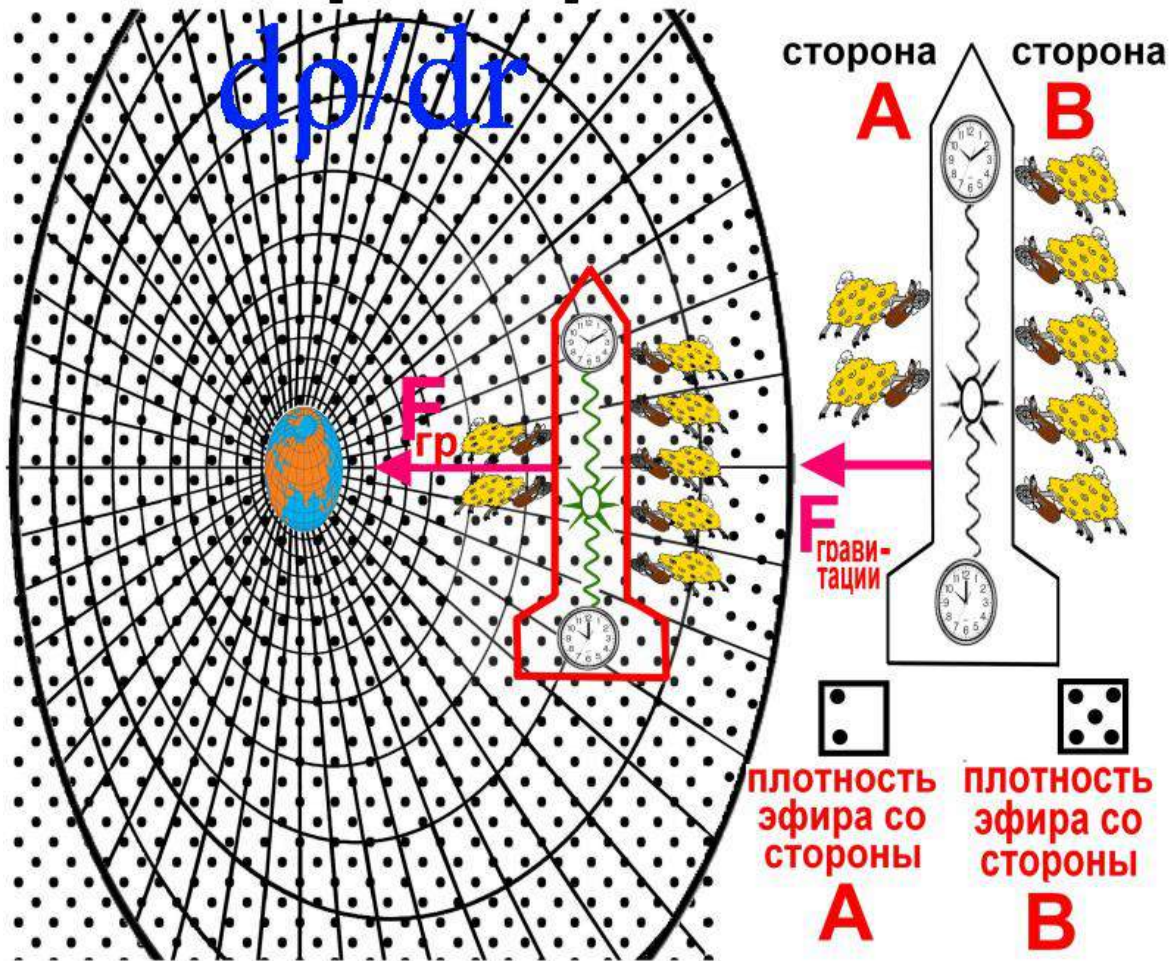


Рис.7. Природа гравитации

При более тщательном моделировании оказалось, что при приближении к нулю экспоненциальная функция имеет вид изображенный на

рис.8,9,10. Такое поведение напоминает матрёшку когда при приближении к пределу включаются новые законы, не известные ранее.

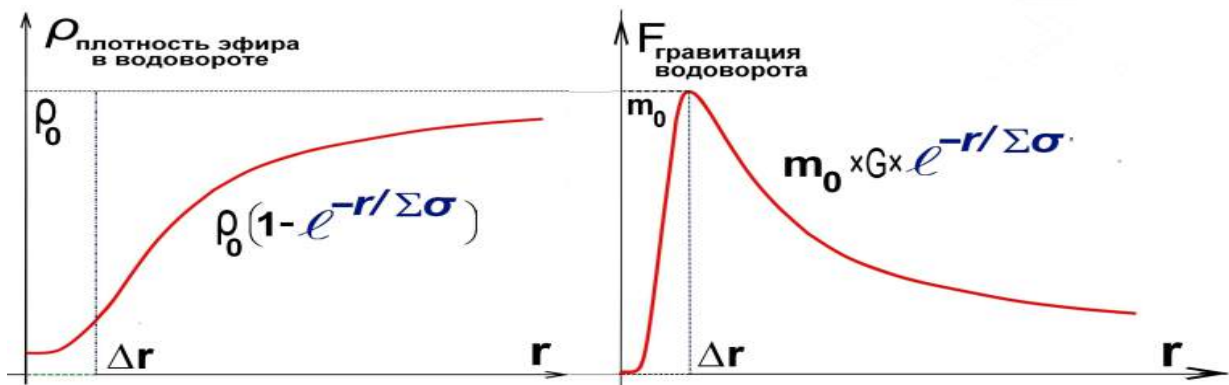


Рис.8. Графики изменения плотности эфира и гравитации.



Рис.9. Графики изменения плотности эфира и гравитации.

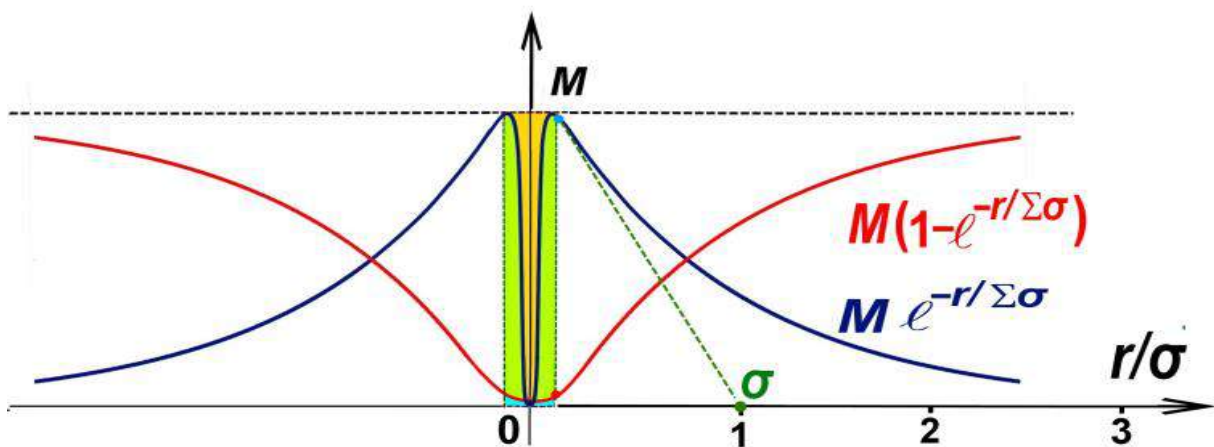


Рис.10. Графики изменения плотности эфира и гравитации.

Всякая новая теория должна обладать предсказательной силой. Так таблица Менделеева предсказала новые элементы. В данной водоворотной эфирной теории, где $P(\lambda, \beta) = [1/(\Delta r^2 + r^2)] \approx 1/r^2$ – функция статистического распределения давления эфира, аналог распределения давления пули при стрельбе из ружья, Δr – это расстояние или предел

до которого можно сжать тело. Этот предельный радиус равняется световому радиусу звезды. Предсказывается, что при приближении к предельному радиусу гравитация от сферической формы перейдет к плоской форме (приблизённо эллипсоидной) (рис.11,12). То есть при приближении $r \rightarrow 0$

$$P(\lambda, \beta) = [1/(\Delta r^2 + r^2)] \approx 1/\Delta r^2 \tag{15}$$

плоскости водоворотов не смогут совершать статистически равномерное вращение под действием эфирных флуктуаций и начнут мешать друг

другу, в результате чего, вероятностная функция статистического распределения примет вид:

$$P(\lambda, \beta) = e^{-\lambda/\sigma} \tag{16}$$

Как следствие этого, гравитация от сферической формы перейдет в плоскую форму (рис.11,12). Так произведя нормировку суммарной гравитации

(14) на угловой интервал [от 0...π] расширенная нормированная формула гравитации (14) при $r \approx \Delta r$ запишется как:

$$F_{\text{гравитации}}(r) = GMm \times e^{-(r-\pi)/\Sigma\sigma} \times e^{-r/\Sigma\sigma} \tag{17}$$

Где $[1/(r_{\Sigma\sigma}^2)] = e^{-(r-\pi)/\Sigma\sigma} \times e^{-r/\Sigma\sigma} = \text{const}$

где $GMm = K \approx \text{const}$ – постоянная величина., Тогда формулу (17) гравитации для нормированного интервала [от 0...π] можно записать в виде:

$$F_{\text{гравитации}}(r) = K \times e^{-(r-\pi)/\Sigma\sigma} \times e^{-r/\Sigma\sigma} = \text{Constant} \tag{18}$$

Формула гравитации (18) показана на рис.11., где видно, что форма гравитации перешла от сферической к плоской форме, то есть гравитация чёрной дыры плоская как показано на рис.12.

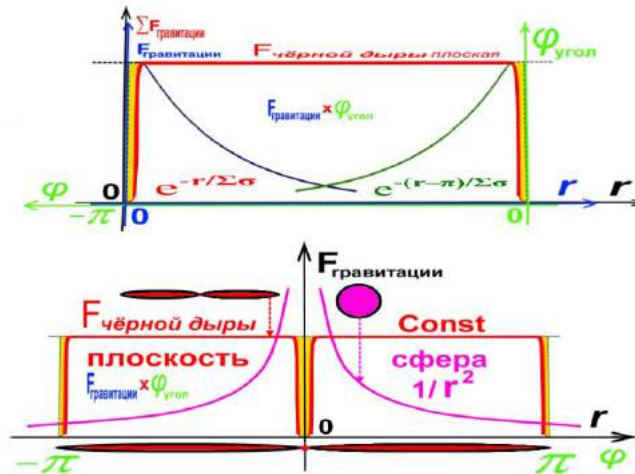


Рис.11. Нормированные графики формирования плоской гравитации для чёрной дыры.

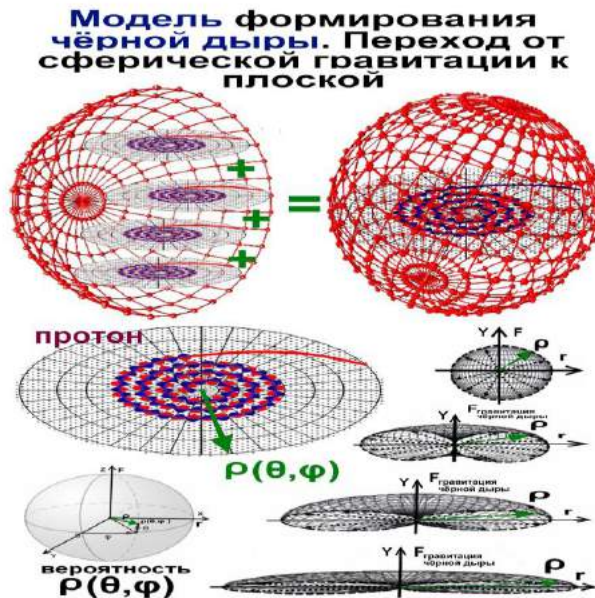


Рис.12. Переход от сферической гравитации к плоской гравитации.

Логику рассуждений можно свести к следующему:

- 1) Свет - это поступательное движение.
- 2) Частица - это вращательное движение, при котором создаётся стабильное изменение плотности эфира.
- 3) Изменение плотности эфира создает гравитационную силу – гравитацию (F_{гравитации водоворота(r)} = d ρплотность эфира (r)/dr и F_ε (r) = d ρε (r)/dr)

Для описания электромагнитных явлений используется та же плоская водоворотная модель. Электрон это свёрнутая правильным водоворотом электромагнитная волна. Заряд электрона это растянутая водоворотом последняя не свёрнутая полу-волна как показано на рис.13,14,15.

электрон

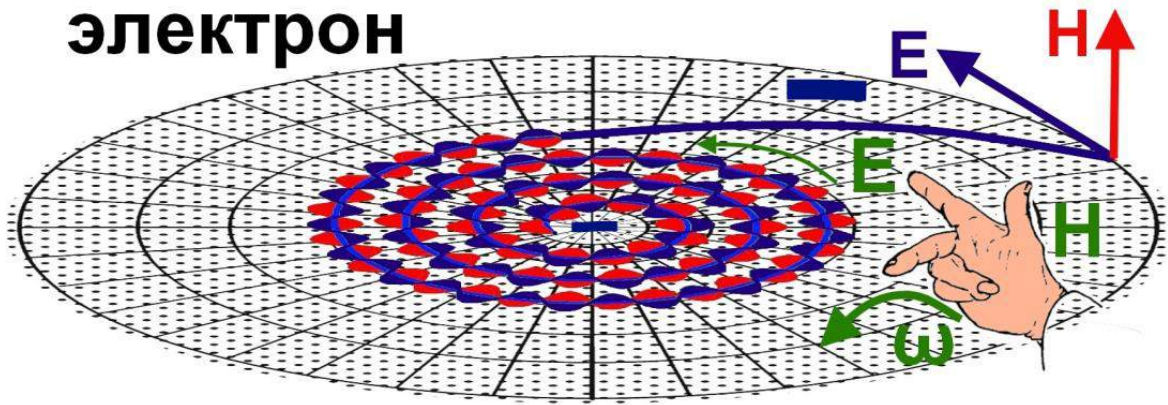


Рис.13. Модель электрона.

электрон

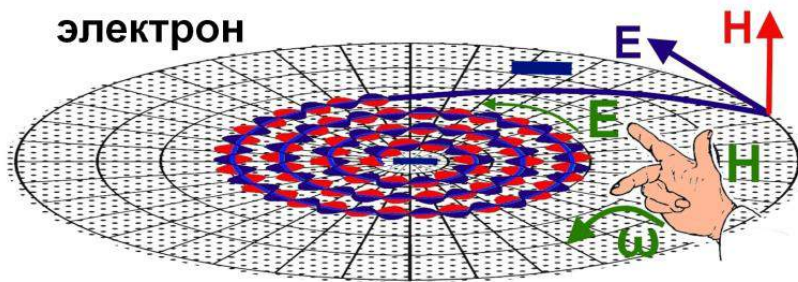


Рис.14. Модель электрона.

электрон

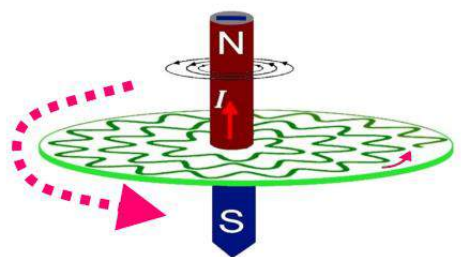
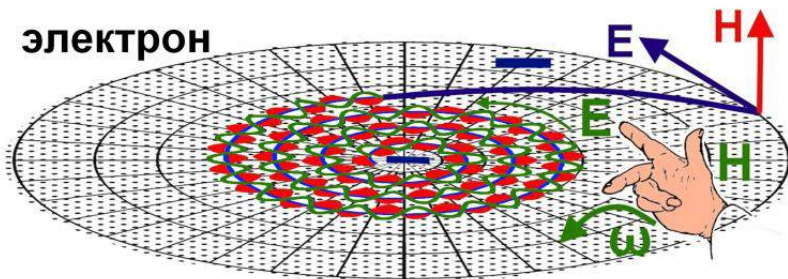


Рис.15. Модель электрона.

Гравитация и электромагнитные явления описываются одной моделью, с одной позиции, одним физическим процессом.

Механическая модель взаимодействия электронов в проводнике изображена на рис.16,17. Для описания взаимодействия электронов используется правило правой руки.

Механическая модель взаимодействия электронов

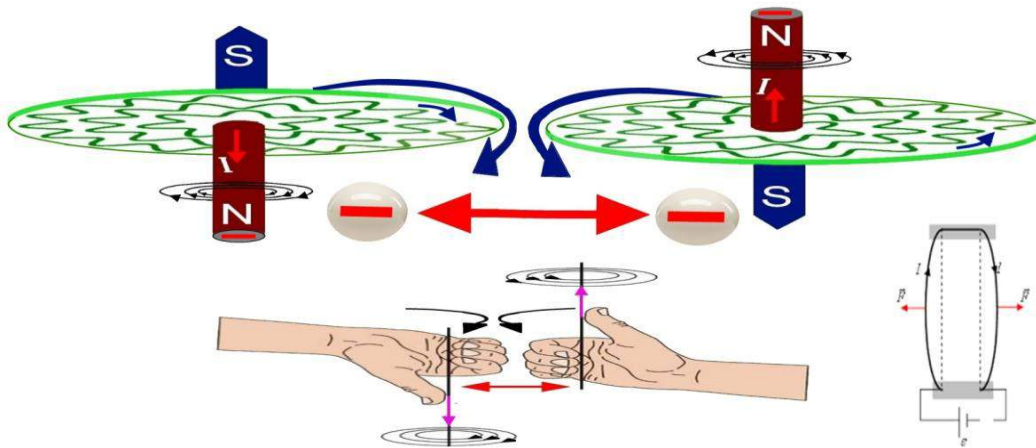


Рис.16. Механическая модель взаимодействия электронов по правилу правой руки.

Механическая модель взаимодействия электронов

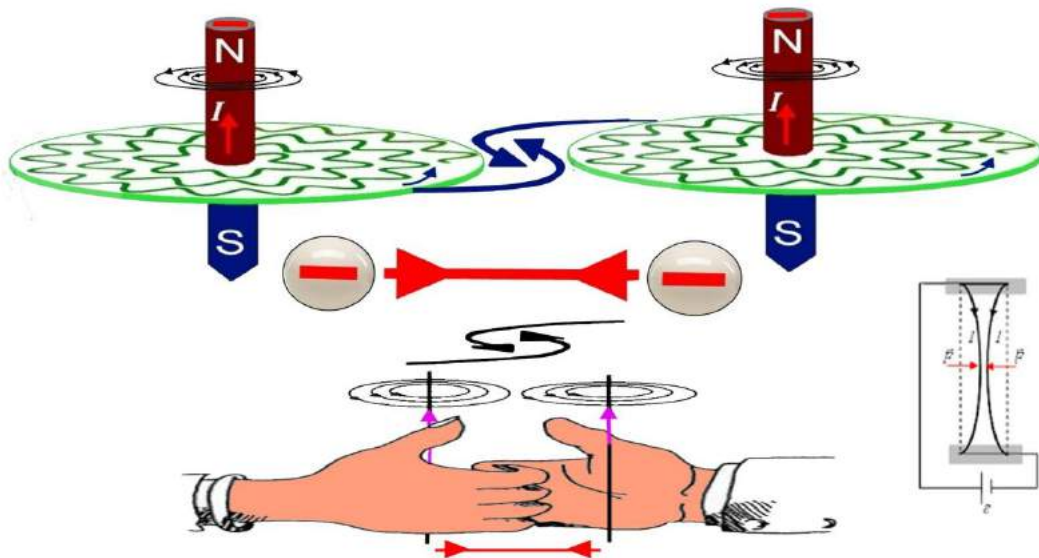


Рис.17. Механическая модель взаимодействия электронов по правилу правой руки.

Что бы электроны притягивались их нужно пустить по силовым линиям проводников (по проводам) и отталкивание сменяется притяжением проводников рис.17.

Свободный электрон это сфера с внешним электрическим зарядом сформированным из-за статистически равновероятностного (равномерного) вращения и колебания вокруг своей оси плоского

водоворота – аналог броуновского движения частицы в жидкости. Механический аналог это статистически равномерно вращающийся вокруг своей оси вентилятор. Расширенный закон Кулона, который выводился ранее, отражает эту особенность (где напряженность поля электромагнитной волны $E_0=q_1, E_0=q_2$):

$$F_{\text{Кулона}} = k \cdot \frac{|q_1| \cdot \text{Cos}(f_{\text{водоворот}}(r)) \cdot |q_2| \cdot \text{Cos}(f_{\text{водоворот}}(r))}{r^2}$$

$$F_{\text{Кулона}} = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} \cdot \text{Cos}^2(f_{\text{водоворота}}(r))$$

при $r \ll \Sigma\sigma$ тогда $\text{Cos}(f_{\text{водоворота}}) \approx 1$ и формула Кулона примет классический вид:

$$F_{\text{Кулона}} \approx k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

В проводнике движение электрона упорядочивается силовыми линиями внутри проводника, и взаимодействие определяется направленностью движения заряда (электронов, протонов и т.д.) рис.16,17.

Подход плоских эфирных водоворотов позволяет описывать множество физических процессов, с единой позиции, не прибегая к многомерным пространственным теориям, в рамках классической физики. А также делать процессы зримыми, наглядными, упрощая их понимание.

Список используемой литературы:

1. А. Эйнштейн, Теория относительности [Текст] / А. Эйнштейн. – Научно-издательский центр "Регулярная и хаотическая динамика", 2000.
2. Ацюковский, В. А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей

на основе представлений о газоподобном эфире [Текст] / В. А. Ацюковский. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

3. Яловенко, С. Н. Чёрный предел. Теория относительности: новый взгляд [Текст] / С. Н. Яловенко. – ТОВ издательство «Форт», 2009. ISBN 978-966-8599-51-4

4. Яловенко, С. Н. Фундаментальная физика ... LAP LAMBERT Academic Publishing (06.08.2013) 180 страниц, Pubblicato il: 06.08.2013 ISBN: 978-3-659-43971-1

5. Яловенко, С. Н. Эфирная теория относительности. Гравитация. Заряд.[Текст] / С. Н. Яловенко- Харьков. Издательство «ЛИДЕР», 2015г. -268 страниц. ISBN 978-966-2732-31-3 Научное издание

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 541.127/.127.4

Іванець Людмила Миколаївна

*кандидат хімічних наук, доцент кафедри загальної хімії,
ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського»*

Иванец Людмила Николаевна

*кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии,
ГВУЗ «Тернопольский государственный медицинский университет
имени И.Я. Горбачевского»*

Ivanets Lyudmila

*Associate Professor of Department of General Chemistry
I. Horbachevsky Ternopil State Medical University*

ВИВЧЕННЯ КІНЕТИКИ РЕАКЦІЇ ХЛОР-ЗАМІЩЕНИХ ГІДРАЗІДІВ *O,O*-ДИФЕНІЛТІОФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ З ФЕНІЛІЗОТІОЦІАНАТОМ В ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКАХ

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ ХЛОР-ЗАМЕЩЕННЫХ ГИДРАЗИДОВ *O,O*-ДИФЕНИЛТИОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ С ФЕНИЛИЗОТИОЦИАНАТОМ В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ RESEARCH OF KINETICS OF THE REACTION CHLORINATED HYDRAZIDES OF *O,O*-DIPHENYLTHIOPHOSPHORIC ACID WITH PHENYLISOTHIOCYANATE IN ORGANIC SOLVENTS

Анотація: Встановлені однопараметрові кореляційні залежності, які відображають вплив фізико-хімічних параметрів розчинників на швидкість реакції хлор-заміщених гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом. В неполярних розчинниках реакція відбувається повільно. Реакційна здатність гідразидів збільшується в полярних основних розчинниках. Це підтверджено рівнянням Пальма. Вивчено вплив основності розчинників на чутливість реакції до замісників у молекулі гідразиду.

Ключові слова: хлор-заміщені гідразиди *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти, фенілізотіоціанат, розчинники, сольватація.

Аннотация: Установлены однопараметровые корреляционные зависимости, отражающие влияние физико-химических параметров растворителей на скорость реакции хлор-замещенных гидразидов *O,O*-дифенилтиофосфорной кислоты с фенилизотиоцианатом. В неполярных растворителях реакция происходит медленно. Реакционная способность гидразидов увеличивается в полярных основных растворителях. Это подтверждено уравнением Пальма. Изучено влияние основности растворителей на чувствительность реакции к заместителям в молекуле гидразида.

Ключевые слова: хлор-замещенные гидразиды *O,O*-дифенилтиофосфорной кислоты, фенилизотиоцианат, растворители, сольватация.

Summary: One-parameter correlations for the effects of physical and chemical parameters of solvent on the reaction rate chlorinated hydrazides *O,O*- diphenylthiophosphoric acid with phenylisothiocyanate were established. In nonpolar solvents the reaction is slow. Reactivity of hydrazides major increases in polar basic solvents. This is confirmed by the Palm equation. The influence of solvents' basicity on the reaction's sensitivity to substituents in the molecule of hydrazide was studied.

Keywords: chlorinated hydrazides *O,O*- diphenylthiophosphoric acid, phenylisothiocyanate, solvents, solvation.

Постановка проблеми. Реакції гідразидів тіофосфорних кислот з фенілізотіоціанатом є модельними при вивченні підвищеної реакційної здатності гідразидів до електрофільних реагентів. В літературі відсутня кількісна оцінка впливу структури вихідних речовин і фізико-хімічних параметрів середовища на швидкість реакції гідразидів *O,O*-діарилтіофосфорних кислот з фенілізотіоціанатом.

Раніше було показано, що природа замісників у молекулах гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти має значний вплив

на їх реакційну здатність в реакції з фенілізотіоціанатом в бензолі [1]. Наступні дослідження присвячені вивченню чутливості реакції хлорзаміщених гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом до природи реакційного середовища. Це допоможе обґрунтовано підбирати розчинник з метою прискорення утворення цільових продуктів.

Для досягнення поставленої задачі важливо встановити кількісні залежності констант швидкості реакції від фізико-хімічних параметрів розчинників.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження була кінетика реакції хлор-заміщених гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом в 10 органічних розчинниках різної природи при 25 °С.

Перед використанням гідразиди перекристалізували, фенілізотіоціанат переганяли у вакуумі. Метанол очищали перегонкою. Бензол очищали, переганяючи над пентаоксидом фосфору, а потім над натрієм, перед використанням його продували аргонном для видалення розчиненого кисню. Гексан висушували пентаоксидом фосфору і переганяли над його свіжою порцією, потім другий раз — над натрієм. Толуол марки Ч обробляли концентрованою сульфатною кислотою, промивали водою, розчином гідроксиду натрію, сушили хлоридом кальцію і фракціонували над натрієм. Бензонітрил марки ХЧ 5 годин кип'ятили з пентаоксидом фосфору, а потім двічі переганяли без осушувача при пониженому тиску. Діетиловий ефір марки Ч очищали кип'ятінням з їдким калі і перегонкою на ректифікаційній колонці над натрієм. Ацетонітрил марки ЧДА 3 години кип'ятили з пентаоксидом фосфору, потім двічі переганяли щоразу над свіжою порцією P_2O_5 , третій раз переганяли без осушувача. Етилацетат марки Ч промивали насиченим водним розчином хлориду натрію, після чого протягом 1 тижня сушили сульфатом магнію, потім двічі переганяли над пентаоксидом фосфору і третій раз без осушувача. *N,N*-Диметилформамід марки Ч 3 - 4 години витримували при пониженому тиску в атмосфері азоту для видалення летких амінів, відганяли першу фракцію і кип'ятили 2 години з гексаметилендіізоціанатом (10 мл/л), потім тричі фракціонували на ректифікаційній колонці з відбором фракції, яка кипить при 55 °С (20 мм рт. ст.). Диметилсульфоксид марки Ч переганяли при пониженому тиску над оксидом барію, потім двічі без осушувача. Трибутилфосфат переганяли при пониженому тиску. Піперидин сушили протягом доби над твердим їдким калі, після чого двічі переганяли. Всі використані речовини мали фізико-хімічні константи, які відповідають літературним [2].

Вихідні концентрації хлор-заміщених гідразидів дифенілтіофосфорної кислоти і фенілізотіоціанату були однакові і складали 0,00125 моль/л.

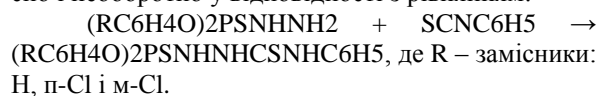
В пробірці з притертими пробками поміщали розчини відповідно фенілізотіоціанату і гідразиду в кількості, достатній для одного аналітичного визначення (по 10 мл). Після термостатування (точність регулювання температури $\pm 0,05$ °С) роз-

чин гідразиду швидко приливали до розчину ізотіоціанату і енергійно перемішували. Засікали час початку реакції. Пробірки поміщали в ультратермостат при 25 °С. Контроль за швидкістю реакцій гідразидів *O,O*-діарилтіофосфорних кислот з фенілізотіоціанатом здійснювали за непрореагованим фенілізотіоціанатом. Через визначений час реакцію зупиняли додаванням в реакційну суміш 2 мл 0,02 М розчину піперидину в бензолі. Для забезпечення повного зв'язування фенілізотіоціанату піперидином суміш витримували протягом 5 хв., після чого непрореагувавший фенілізотіоціанат визначали титруванням надлишку піперидину 0,0025 М розчином хлоридної кислоти в середовищі метанолу з використанням індикатору спиртового розчину бромкрезолового зеленого. При титруванні спостерігається перехід забарвлення: синє – зелене – жовте. Продукти реакції не заважають титруванню.

Методика дослідження кількісного перебігу реакції хлор-заміщених гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом в усіх розчинниках аналогічна описаній раніше. Дослідження включали три повторності, глибина перетворень досягала не менше 80 %.

Константи швидкості розраховували за формулою рівняння другого порядку [3]. Всі кореляційні рівняння розраховувалися за допомогою методу найменших квадратів. Оцінка точності одержаних результатів проводилась за методом математичної статистики (надійність 0,95) [4].

Результати дослідження. Досліджена реакція хлор-заміщених гідразидів *O,O*-діарилтіофосфорних кислот з фенілізотіоціанатом перебігає кількісно і необоротно у відповідності з рівнянням:



Обчислені константи швидкості реакцій зберігають сталість в ході процесу, що вказує на підпорядкування реакції другому порядку при розрахунку констант швидкості в усіх розчинниках.

Кількісний вплив природи розчинників на константи швидкості досліджуваної реакції вивчали, виходячи з того, як фізико-хімічні параметри розчинників впливають на стан самих реагентів.

В таблиці 1 наведені значення констант швидкості реакції хлор-заміщених гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом в різних розчинниках k і фізико-хімічні параметри цих розчинників: полярність Y , поляризованість P , загальна кислотність E і загальна основність B .

Таблиця 1

Константи швидкості реакції хлор-заміщених гідразидів О,О-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом в розчинниках і параметри розчинників [5]

Розчинник	Y	P	E	B	Константа швидкості реакції ($k \cdot 10^3$, л/(моль·с)) для гідразидів з замісниками		
					R = <i>n</i> -Cl, H	R = <i>n</i> -Cl, <i>n</i> -Cl	R = <i>m</i> -Cl, <i>m</i> -Cl
Гексан	0,186	0,3081	0	0	0,00417	0,00204	0,00158
Дихлоретан	0,431	0,3524	3	40	0,00794	0,00398	0,00501
Бензол	0,23	0,2947	2,1	48	0,092	0,0465	0,0372
Толуол	0,239	0,2926	1,3	58	0,102	0,00562	0,0047
Бензонітрил	0,471	0,3084	0	155	0,0501	0,309	0,0251
Ацетонітрил	0,48	0,2106	5,2	160	0,0525	0,347	0,0282
Етилацетат	0,385	0,2275	1,6	181	0,0708	0,0501	0,0251
N, N-	0,48	0,2584	2,6	291	4,11	3,32	3,18
Диметилформамід	0,397	0,2541	3,2	336	8,51	7,08	7,41
Трибутилфосфат	0,485	0,2826	1,6	362	12,6	11,2	11,7
Диметилсульфоксид							

Як видно з табл. 1, найнижчі константи швидкості реакції спостерігаються в насичених вуглеводнях, їх галогенопохідних, бензолі та толуолі. Відомо, що ці розчинники відносяться до протонінертних і мало полярних розчинників, і їх взаємодія з реагентами може бути викликана лише неспецифічною сольватацією. Ароматичне ядро бе-

нзолу здатне проявляти електронодонорні властивості, але утворює лише слабкі водневі зв'язки із протоніондонорним субстратом.

В першому наближенні вплив неспецифічної сольватації можна оцінити за допомогою однопараметрових кореляцій. Залежність логарифмів констант швидкості реакції від полярності розчинників описується рівнянням Кірквуда, параметри якого представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Параметри рівняння Кірквуда $\lg k = \lg k^0 + \beta Y$ для реакції хлор-заміщених гідразидів О,О-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом

Замісники в молекулі гідразиду	$\lg k^0$	β	Кількість вимірювань, <i>n</i>	Коефіцієнт кореляції, <i>r</i>	Похибка, <i>s</i>
R = <i>n</i> -Cl, H	-5,24	5,23	10	0,684	0,687
R = <i>n</i> -Cl, <i>n</i> -Cl	-5,64	5,79	10	0,683	0,760
R = <i>m</i> -Cl, <i>m</i> -Cl	-5,82	6,09	10	0,699	0,770

Відсутність єдиної залежності Кірквуда і низькі коефіцієнти кореляції для всіх розчинників свідчать про незначний вплив полярності розчинників на швидкість реакції.

Дисперсійна взаємодія гідразидів з розчинниками виражається поляризованістю розчинників Р. В табл. 3 представлені параметри рівнянь залежностей логарифмів констант швидкості від поляризованості розчинників.

Таблиця 3

Параметри рівняння $\lg k = \lg k^0 + \beta P$ для реакції хлор-заміщених гідразидів О,О-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом

Замісники в молекулі гідразиду	$\lg k^0$	β	Кількість вимірювань, <i>n</i>	Коефіцієнт кореляції, <i>r</i>	Похибка, <i>s</i>
R = <i>n</i> -Cl, H	-0,376	-10,3	10	0,488	0,82
R = <i>n</i> -Cl, <i>n</i> -Cl	-0,488	-11,7	10	0,499	0,91
R = <i>m</i> -Cl, <i>m</i> -Cl	-0,607	-10,4	10	0,432	0,97

Видно, що поляризованість розчинників ще меншою мірою впливає на реакційну здатність гідразидів.

Аналізуючи дані табл. 1, можна побачити, що для окремо взятих розчинників при близьких значеннях полярності (ацетонітрил – N,N-Диметилформамід) або поляризованості (толуол – диметилсульфоксид) константи швидкості реакції в них

відрізняються в десятки – сотні разів. Все це свідчить про наявність впливу на даний процес специфічної сольватації.

Здатність розчинників до специфічної сольватації обумовлена двома властивостями — загальною кислотністю *E* (електрофільністю) і основністю *B* (нуклеофільністю) розчинників. Залежність логарифмів констант швидкості реакції від загаль-

ної кислотності розчинників (за винятком трибутилфосфату) описується рівнянням, параметри якого представлені в табл. 4.

Таблиця 4

Параметри рівняння $\lg k = \lg k^0 + \beta E$ для реакції хлор-заміщених гідразидів О,О-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом

Замісники в молекулі гідразиду	$\lg k^0$	β	Кількість вимірювань, n	Коефіцієнт кореляції, r	Похибка, s
R = <i>n</i> -Cl, H	-3,79	0,185	9	0,373	0,83
R = <i>n</i> -Cl, <i>n</i> -Cl	-4,04	0,211	9	0,374	0,92
R = <i>m</i> -Cl, <i>m</i> -Cl	-4,17	0,233	9	0,406	0,92

Відсутність кореляції в рівнянні доводить відсутність взаємодії розчинників з фенілізотіоціанатом, який по відношенню до них виступає нуклеофілом через наявність двох гетероатомів з неподіленими електронними парами (S і N).

Оскільки під час взаємодії з розчинником від гідразиду частково відтягується протон [6], то по відношенню до розчинників досліджувані гідразиди виступають кислотами. Розглянемо вплив основності реакційного середовища на константу швидкості реакції, який описується рівнянням Пальма (табл. 5).

Таблиця 5

Параметри рівняння Пальма $\lg k = \lg k^0 + \alpha B$ для реакції хлор-заміщених гідразидів О,О-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом

Замісники в молекулі гідразиду	$\lg k^0$	β	Кількість вимірювань, n	Коефіцієнт кореляції, r	Похибка, s
R = <i>n</i> -Cl, H	-4,38	0,0068	10	0,999	0,0091
R = <i>n</i> -Cl, <i>n</i> -Cl	-4,69	0,0076	10	0,999	0,0105
R = <i>m</i> -Cl, <i>m</i> -Cl	-4,79	0,0078	10	0,995	0,1

Лінійні залежності і високі коефіцієнти кореляції в рівнянні Пальма доводять, що основність розчинників має визначальний вплив на підвищення швидкості реакції. Очевидно, відбувається кислотно-основна взаємодія розчинника з кислотним партнером реакції – гідразидом, оскільки він є протонодонором. Оксиген- і Нітрогенвмісні розчинники є хорошими акцепторами атомів Гідрогену гідразиду при утворенні водневих зв'язків у донорно-акцепторних комплексах. Утворення достатньо міцних водневих зв'язків типу N—H···O(N) підвищує електронну густину на атомі Нітрогену аміної групи гідразиду, а, відповідно, і його здатність до

електростатичної взаємодії з електрофільним Карбоном фенілізотіоціанату. Це і зумовлює високу швидкість реакції в даних розчинниках.

Звертає на себе увагу той факт, що в найбільш основних розчинниках одночасно з підвищенням реакційної здатності гідразидів зменшується вплив природи замісників у їх молекулах (константи швидкості реакції дуже близькі). Якщо залежності Пальма зобразити графічно (рис. 1), то видно, що при підвищенні основності реакційного середовища чутливість реакції до неї знижується (прямі сходяться).

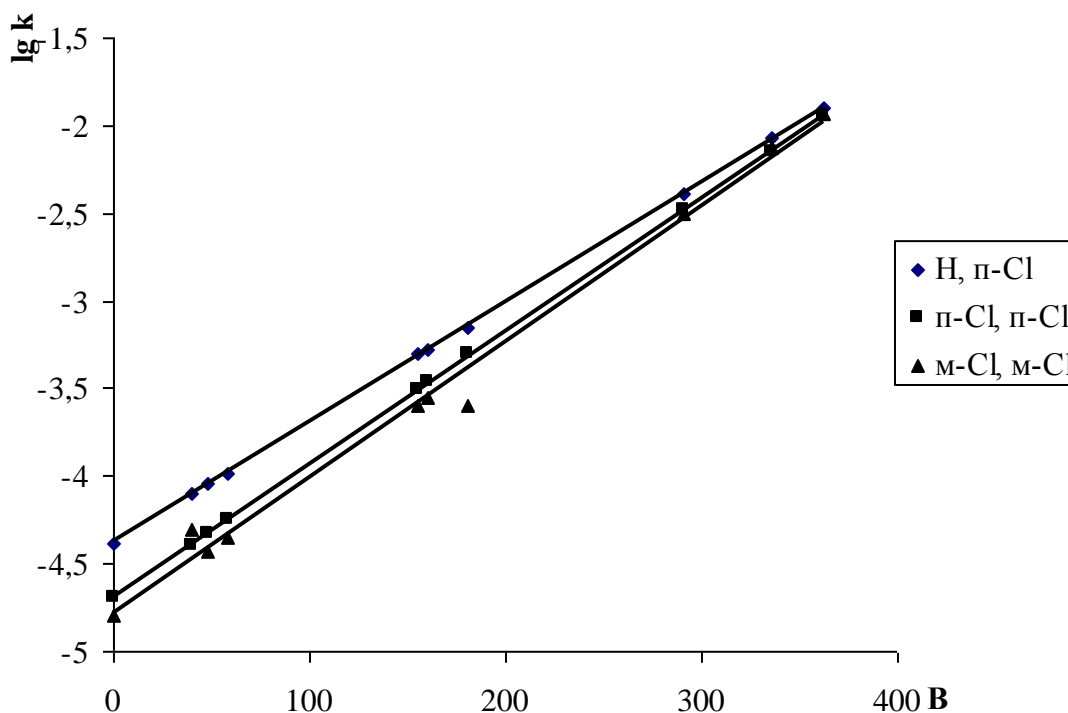


Рис. 1. Залежність логарифмів констант швидкості реакції хлор-заміщених гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом від основності розчинників.

Можна припустити, що це пов'язано із зниженням провідності електронних впливів замісників містковими групами гідразиду ($N-H$ і $P=S$), які знаходяться між замісниками і реакційним центром. Очевидно, електронодонорні розчинники утворюють водневі зв'язки з атомами водню гідразиду, що перешкоджає передачі електронної густини між замісниками і реакційним центром.

Висновки. Встановлено, що для хлор-заміщених гідразидів *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти визначальний вплив на швидкість реакції з фенілізотіоціанатом має специфічна сольватація органічними розчинниками, зокрема, кислотно-основна взаємодія. Збільшення основності реакційного середовища призводить до зниження впливу замісників в молекулі гідразиду на швидкість дослідженої реакції.

Література:

1. Янчук Н.И. Кинетические закономерности реакций гидразидов *O,O*-диарилтиофосфорных кислот с фенилизотиоцианатом в бензоле / Н.И. Янчук, Л.Н. Иванец // ЖОХ. – 2005. – Т. 75. – Вып. 6. – С. 893-896.

2. David R. Lide. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 85th Edition / David R. Lide. – Gaithersburg: CRC Press, 2004. – 2712 P.

3. Евстратова К.И. Физическая химия / Евстратова К.И., Купина И.А., Малахова Е.Е. – М.: Высшая школа, 1990. – 487с.

4. Статистичні методи у хімії / [Іващенко О.В., Михальчук В.М., Біла Н.І., Гайдай С.В., Білий О.В.]. – Донецьк: Видавництво ДонНУ, 2012. – 504 с.

5. Пальм В.А. Основы количественной теории органических реакций / Пальм В.А. – [2-е изд., пер. и доп.]. – Л.: Химия, 1977. – 360 с.

6. Иванец Л.М. Дослідження механізму реакції гідразиду *O,O*-дифенілтіофосфорної кислоти з фенілізотіоціанатом / Л.М. Иванец, О.Б. Поляк, Г.Я. Загричук // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия "Биология, химия". – 2014. – Т. 27 (66). – № 1. – С. 277-282.

Первый независимый научный вестник

Ежемесячный научный журнал

КВ №20489-10289PP

№ 9-10 / 2016

Ответственный редактор — Антипов Андрей Петрович - доктор исторических наук (Украина)

Секретарь журнала — Нестеренко Елена Петровна - доктор философии (Украина)

Редакционный совет

- Верево Ольга Денисовна - доктор медицинских наук (Россия)
- Ганин Даниил Александрович - доктор филологических наук (Россия)
- Изымова Людмила Петровна - (Украина) доктор технических наук (Украина)
- Корейко Денис Вениаминович - доктор медицинских наук (Россия)
- Кроль Вадим Алексеевич - доктор технических наук (Россия)
- Моргун Аркадий Александрович - доктор технических наук (Россия)
- Напорчук Геннадий Николаевич - доктор ветеринарных наук (Украина)
- Нестерова Алина Владиславовна - доктор медицинских наук (Украина)
- Покручина Татьяна Руслановна - доктор экономических наук (Украина)
- Одунский Федор Тхонович - доктор искусствоведения (Россия)
- Сетаров Сергей Сергеевич - доктор юридических наук (Украина)
- Шавинский Александр Евгеньевич - кандидат психологических наук (Украина)
- Юркович Дмитрий Геннадьевич - доктор медицинских наук
- Юлинский Игорь Евгеньевич - доктор социологических наук (Украина)
- Ядынский Петр Константинович - доктор психологических наук (Россия)
- Яковлев Вадим Николаевич - доктор политических наук (Украина)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

«Первый независимый научный вестник»

Адрес редакции: 01054, г. Киев, улица Дмитриевская, 64

тел.: +38 (095) 430-59-27

Сайт: www.firjournal.com.ua

E-mail: info@firjournal.com.ua

Учредитель и издатель «Первый независимый научный вестник» Тираж 2000 экз.

Отпечатано в типографии г. Киев, улица Дмитриевская, 64, 01054